

Universidade de Brasília
Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade - FACE
Departamento de Economia

CAPITAL HUMANO EM MODELO NEOCLÁSSICO: UM ESTUDO COMPARADO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DO BRASIL E CHILE

Moisés Suzarte Lima Macedo

Orientador Prof. Dr. Roberto Goes Ellery Jr.

Brasília
2013

Moisés Suzarte Lima Macedo

**CAPITAL HUMANO EM MODELO NEOCLÁSSICO: UM ESTUDO
COMPARADO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DO
BRASIL E CHILE**

Monografia apresentada para a banca examinadora do Curso de Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UnB, para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador Prof. Dr. Roberto Goes Ellery Jr.

“Educação é a arma mais poderosa que você pode utilizar para mudar o mundo”

Nelson Mandela

“A educação é sem dúvida a mais importante prestação que o ser humano tem o direito de exigir do Estado. É por meio dela que adquirimos os instrumentos necessários para transformar nossas vidas e de toda a comunidade. Ela deve ser ministrada num ambiente de total e absoluta liberdade.”

Joaquim Barbosa

RESUMO

Este trabalho apresenta a evolução das principais correntes teóricas sobre capital humano, com ênfase nas contribuições seminais de Solow (1956), Mankiw, Romer, Weil (1992), Mincer (1974) e Lucas (1988). Segundo esta literatura o capital humano, capital físico e a produtividade são os fatores de maior relevância na determinação do crescimento econômico. Com foco na economia brasileira é realizada a decomposição do crescimento, baseado na metodologia neoclássica, entre 1970 a 2010, com destaque para o comportamento e evolução da Produtividade Total de Fatores (PTF). É efetuada também uma análise comparativa entre a trajetória do Brasil e Chile, tomando os Estados Unidos como norma, com objetivo de explicar a relevância do capital humano na determinação da taxa de crescimento do PIB *per capita*. Considerando as especificidades de cada uma destas economias.

Palavras chave: Capital Humano, Produtividade Total dos Fatores, Crescimento Econômico, Contabilidade do Crescimento.

ABSTRACT

This paper presents the evolution of the main theoretical perspectives on human capital, with emphasis on the seminal contributions of Solow (1956), Mankiw, Romer, Weil (1992), Mincer (1974) and Lucas (1988). According to this literature, human capital, physical capital and productivity are the most relevant factors in determining economic growth. Focusing on the Brazilian economy is held growth decomposition, based on the neoclassical methodology from 1970 to 2010, with emphasis on the behavior and evolution of the Total Factor Productivity (TFP). It also performed a comparative analysis between the trajectory of Brazil and Chile, taking the United States as standard, in order to explain the importance of human capital of the determination the growth rate of GDP *per capita*. Considering the specificities of each one of these economies.

Keywords: Human Capital, Total Factor Productivity, Economic Growth, Growth Accounting.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. A GÊNESE DO CAPITAL HUMANO NO PENSAMENTO ECONÔMICO	9
2.1 CAPITAL HUMANO EM ABORDAGEM MODERNA	14
3. MODELOS TEÓRICOS E EMPÍRICOS DE CRESCIMENTO.....	17
3.1 MODELO DE SOLOW	17
3.2 MODELO DE SOLOW AMPLIADO COM MANKIW, ROMER E WEIL	21
3.3 MODELO DE MINCER.....	25
3.4 MODELO DE LUCAS.....	31
3.4.1 Pontos ótimos e de equilíbrio no modelo de Lucas.....	34
4. RESULTADOS EMPÍRICOS NA LITERATURA.....	36
5. METODOLOGIA	46
5.1 BASE DE DADOS.....	46
5.2 MODELO.....	47
5.3 PTF E CONTABILIDADE DO CRESCIMENTO	49
5.4 ESTOQUE DE CAPITAL FÍSICO.....	50
5.5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	51
6. RESULTADOS OBTIDOS	53
6.1 PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES.....	53
6.2 DECOMPOSIÇÃO DO CRESCIMENTO.....	58
6.3 CAPITAL HUMANO RELATIVO.....	62
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
8. REFERÊNCIAS.....	66
ANEXO A	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estado Estacionário em Solow	20
Figura 2: Evolução do Capital Humano no Brasil	37
Figura 3: Capital Humano e seus Componentes no Brasil	38
Figura 4: Comparação Barro e Lee (2012) anos de escolaridade e estimativas qualitativas da força de trabalho de Hanushek-Woessmann (2009)	44
Figura 5: Taxa de retorno de ano adicional de escolaridade, por região	45
Figura 6: Evolução da PTF brasileira	55
Figura 7: Evolução da PTF chilena	57
Figura 8: PTF Brasil, Chile e Estados Unidos	58
Figura 9: Decomposição do Crescimento para o Brasil	60
Figura 10: Decomposição do crescimento para o Chile	61
Figura 11: Medidas de Capital Humano	64
Figura 12: Crescimento relativo da medida de capital humano	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Decomposição do Capital Humano por Subperíodos - Brasil	38
Tabela 2: Equação de MRW para os estados Brasileiros (1980-2002)	39
Tabela 3: Equação de Mincer para os estados Brasileiros (1980-2002)	41
Tabela 4: Tendências de escolaridade da população com 15 ou mais para América Latina	42
Tabela 5: TPF acumulada	57
Tabela 6: Decomposição do Crescimento com Capital Humano para o Brasil	62

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho busca apresentar a evolução histórica das principais teorias de crescimento econômico que abordam de maneira relevante, teórica ou empiricamente, o capital humano. Assim como relacionar a fundamentação do crescimento econômico desde sua formulação inicial, que passa pelo modelo de Solow (1956) e sua versão ampliada com Mankiw, Romer e Weil (1992), além das contribuições de Mincer (1974) e do crescimento endógeno em Lucas (1988).

A teoria do capital humano surge na literatura no contexto de buscar explicação de quais os fatores contribuem, de forma direta ou indireta, para o processo de crescimento econômico entre países. Até a década de 1950 estudos como de Solow (1956), inspirados na economia clássica, utilizam apenas os fatores capital e trabalho para definir a diferença de crescimento entre países. Com evolução da pesquisa empírica relacionado à teoria do crescimento econômico, observa-se a necessidade de incluir outra variável implícita que superestimava a acumulação de capital físico, neste caso o capital humano. Para Becker (1964) este fator, determinado pelo nível de qualificação, se relaciona diretamente com a taxa de crescimento tecnológico e produtividade encontrada.

É realizado exercício de contabilidade do crescimento entre 1970 a 2010 com objetivo de avaliar a relação entre o capital humano e a taxa de crescimento do fator tecnológico para o Brasil e Chile, sintetizado pela evolução da Produtividade Total de Fatores (PTF). Com ênfase na economia brasileira será executada uma análise da decomposição dos fatores que relaciona a influência das taxas de variação da produtividade, capital físico, força de trabalho e capital humano na taxa de crescimento do PIB *per capita* do período.

Resultados semelhantes ao encontrado em Gomes, Pêssoa e Veloso (2003) para o Brasil, que apontam a PTF como o principal determinante da taxa de crescimento do PIB *per capita* para as décadas de 1970 e 1980. A decomposição encontra taxa de elevação de 6,6% ao ano da PTF para crescimento da renda *per capita* de 5,31% entre 1970 a 1979. Enquanto que entre 1990 a 2010, parcela expressiva da taxa de crescimento da renda *per capita* se mostra induzida não só pela PTF, mas também pela acumulação de capital humano. Na década de 2000 a taxa de crescimento do produto *per capita* é da ordem de 2,07 a.a. enquanto a variação positiva atribuída ao capital humano é de 1,70% a.a., descrito na Tabela 6. Outro resultado relevante é o intenso crescimento da PTF entre 1970 a 1979 e que não é observado nos outros países da amostra, evidência que sugere a possibilidade das taxas de crescimento deste fator refletirem especificidades da economia brasileira no período. No modelo desenvolvido Chile e Estados Unidos exibem períodos de queda contrastados por intensa elevação das taxas de produtividade entre 1980 a 2010, enquanto a economia brasileira é a única que não apresenta recuperação deste fator a partir de 1990.

A escolha do Chile para comparação com a economia brasileira é amparada no fato deste ser um país latino e suas taxas de crescimento sofrerem influência de características típicas da região. Segundo Rondinel, Sonaglio e Pedroso (2005) esta economia destaca-se na América Latina por seu nível de liberalização econômica, pioneirismo na aplicação de reformas estruturais além de crescente aumento de produtividade e do capital humano. Podendo ser considerada uma peculiaridade latino-americana, pois em pouco mais de duas décadas

consolida-se com expressivo crescimento equilibrado macroeconômico com reflexos evidentes na produtividade. Algumas características específicas como seu consistente crescimento desde a década de 1970, sua política de redução tarifária e expansão do capital humano a colocam em condição de destaque, quando comparado à economia brasileira. Além de ter sido um país precursor na aplicação de reformas estruturais no cenário latino americano.

A comparação dos resultados encontrados para o Brasil e Chile com a economia americana permite relacionar as variações dos fatores após sua decomposição. E identificar até que ponto estes estão associados a características específicas e estruturais das economias selecionadas em relação à influência do cenário econômico mundial como um todo.

Este trabalho está organizado em seis capítulos, além da introdução. O Capítulo 2 apresenta uma revisão de literatura sobre a influência do capital humano desde a abordagem clássica de Adam Smith, até a imersão deste fator na pesquisa empírica sobre crescimento econômico. O Capítulo 3 exhibe a formulação de Solow (1956) e de três outros modelos, que adicionam o capital humano na tentativa de solucionar as diferenças encontradas entre o molde neoclássico e a pesquisa empírica. O Capítulo 4 expõe uma *survey* de estudos baseados na comparação entre a especificação minceriana e neoclássica, além da influência do nível educacional para o crescimento. O Capítulo 5 descreve os métodos empregados na construção do modelo empírico, assim como a parametrização utilizada na comparação da economia brasileira, chilena e norte-americana. No Capítulo 6 são apresentados os principais resultados, com destaque para a comparação da PTF e decomposição do crescimento para o Brasil e Chile. As considerações finais são apresentadas no Capítulo 7 e os principais resultados da decomposição do modelo são disponibilizados no Anexo, ao final do trabalho.

2. A GÊNESE DO CAPITAL HUMANO NO PENSAMENTO ECONÔMICO

Este capítulo apresenta revisão bibliográfica sobre a relevância do capital humano desde abordagem desenvolvida por economistas clássicos como Adam Smith e Alfred Marshall, assim como a revolução voraz deste tema na agenda de pesquisa em economia a partir de 1950. São ressaltadas semelhanças e divergências entre autores, além de suas contribuições seminais para a teoria do desenvolvimento econômico. É introduzida a abordagem neoclássica de Solow (1956), que explica o crescimento econômico a partir do progresso tecnológico. Assim como a inserção da variável capital humano nos enfoques distintos de Mincer (1958), Schultz (1961) e Becker (1964).

Desde a delimitação da economia como ciência, diversas são as contribuições de economistas clássicos que apontam para a relevância do capital humano no desenvolvimento econômico e social das nações. A ampliação da teoria econômica converge para uma concepção de múltiplos entendimentos e óticas de enxergar este crescimento. Ideias que remetem a Adam Smith e que foi um dos primeiros economistas clássicos a discutir quais forças motrizes norteariam o progresso econômico. Referências sobre a importância do capital humano são descritas desde Smith (1776), que já esclarece a relevância das habilidades úteis adquiridas. Em suas palavras:

Em quarto lugar, as habilidades úteis adquiridas por todos os habitantes ou membros da sociedade. A aquisição dessas habilidades para a manutenção de quem as adquiriu durante o período de sua formação, estudo ou aprendizagem, sempre custa uma despesa real, que constitui um capital fixo e como que encarnado na sua pessoa.

Assim como essas habilidades fazem parte da fortuna da pessoa, da mesma forma fazem parte da sociedade à qual ela pertence. A destreza de um trabalhador pode ser enquadrada na mesma categoria que uma máquina ou instrumento de trabalho que facilita e abrevia o trabalho e que, embora custe certa despesa, compensa essa despesa com lucro SMITH (1776, p. 289).

Smith argumenta que a produtividade depende da divisão do trabalho, desenvolvendo uma estreita relação entre esta e acumulação de capital humano. Visão caracterizada por busca eficiente na alocação de recursos, que rejeita a necessidade de autoridade centralizadora e que determine o que e quanto seria produzido. A percepção do mercado como um ente coletivo e que resulta na intercooperação de diversos agentes indica uma subordinação, até mesmo do fator capital humano, às leis de mercado. Representação intuitiva formalizada teoricamente apenas no século XX por contemporâneos como Hirschman (1961), Schultz (1961) e Becker (1964), que apontam para uma relevante influência do capital humano na minimização de disparidades e produção de efeitos positivos ao crescimento econômico.

Smith apresenta também o conceito de externalidade do capital humano, tratado como a tendência positiva de uma população educada sobre a sociedade, nas decisões políticas ou na redução da propensão dos indivíduos ao crime. Para Savvides e Stengos (2009) a significância do conhecimento técnico na determinação da produtividade, descrita em Smith (1776), é uma abordagem introdutória da contemporânea formulação de capital intelectual do século XX.

A formação matemática de Marshall e seu entusiasmo com os tratados éticos e filosóficos de J.S. Mill de 1866 permite que este seja o economista clássico que mais analisa e discute o papel do investimento em capital humano, com objetivo de promover o desenvolvimento e erradicação da pobreza. Para Reisman (1986), Marshall nota a relevância de atributos intelectuais da população, como "um dos mais valiosos entre todos os insumos da função de produção, um dos ingredientes mais decisivos na receita do crescimento econômico" Reisman (1986, p. 174).

Marshall atribui ao homem uma função de produção baseado na qualificação, inovação e iniciativa que se destacam na teoria de crescimento econômico Fonseca (1992). Este entendimento da relevância do capital intelectual é sintetizado no seu livro, quando afirma que "o capital mais valioso de todos é aquele investido em seres humanos" e que o objetivo maior da ciência econômica é "contribuir para solução de problemas sociais" Marshall (1920, p. 16). Blaug (1986) encontra, no início do século XX, na obra *The Nature of Capital and Income - Reprint of Economic Classics* fontes elementares da teoria de capital humano em Irving Fisher. Onde Fisher assume a teoria de Walras, que classifica o capital como resultado de todas as riquezas do período e condições do fluxo de serviço, incluindo as qualidades adquiridas pelos indivíduos.

Análises originais anteriores a de Solow já apresentam profunda influência na agenda de pesquisa sobre crescimento econômico, um exemplo é a modelagem neoclássica de Meade. Para Paz e Rodrigues (1972) o modelo de Meade apresenta alguns pressupostos simplificadores que é a gênese da modelagem neoclássica futura. São estes, o pleno emprego, concorrência perfeita, economia fechada e sem governo, rendimentos decrescentes na alteração de apenas um fator e função de produção com rendimentos constantes na variação simultânea de todos os fatores. A análise do modelo de Meade permite apresentar diversos instrumentos simplificados e eficientes na tentativa de mostrar trajetória de equilíbrio estável de longo prazo, embora a desigualdade entre economias seja potencializada pela mobilidade imperfeita de capitais. Uma implicação imediata desta teoria é que a convergência para nível de crescimento estável de países mais pobres acontece quando surge progresso técnico e difusão deste para toda economia.

Na década de 1950, a agenda de pesquisa dominante apresentava o crescimento econômico como uma função dos fatores de produção, como capital, trabalho e recursos naturais. Estudos como de Solow (1956), de influência neoclássica, indicam que o ritmo do progresso técnico é o determinante para o crescimento da renda *per capita* no longo prazo. A inegável contribuição de Solow permite concluir que o crescimento de longo prazo de economia capitalista é

profundamente influenciado pelo crescimento demográfico e tecnologia disponível, interpretação seminal e moderna.

Para Souza (2005) a dinâmica apresentada pressupõe o direcionamento da economia para condição de equilíbrio estável. Embora a abordagem mecanicista como a suposição de flexibilidade de preços dos fatores e exclusão da função investimento desconsidere as expectativas das firmas. Jones (1979, p. 109) afirma que “as expectativas nunca poderiam frustrar-se” dado as hipóteses simplificadora apresentadas como capital maleável e flexibilidade de preços e salários. Adicionado das suposições de mercados com informação e concorrência perfeita. A condição exógena do progresso tecnológico sofre profundas críticas, uma vez que a sua formação independe dos parâmetros do modelo.

Posteriormente, Solow (1956) analisa os fatores clássicos do crescimento econômico. Apontando para explicação baseada na variação de fatores exógenos como crescimento populacional e progresso tecnológico. Implicações teóricas como o fato de que uma vez atingido o estado estacionário, a taxa de crescimento do produto *per capita* dependeria em grande parte da taxa de crescimento do progresso tecnológico. Sendo amplamente discutida, em particular seus efeitos e consequências. A não explicação da origem do progresso técnico e sua mensuração nas economias expõe lacuna que é preenchida em estudos que o justificam a partir do capital humano. Esta formulação abre caminho para uma nova agenda de pesquisa e que se amplia na década de 1960 até hoje.

A evolução das teorias posteriores à contribuição visceral de Solow (1956) apontam inconsistências entre algumas conclusões do modelo e a análise econométrica. A principal incongruência encontrada é o fato dos rendimentos se mostrarem desconexos em relação ao capital físico. Desta forma pesquisas empíricas como de Mincer (1958), Schultz (1961) e Becker (1964) assinalam para a existência de outra variável importante não explicitada na teoria e modelos neoclássicos convencionais: o capital humano. Uma vez que a abordagem clássica de crescimento econômico, fundamentada nos fatores de produção, era incapaz de explicar o aumento da produtividade e crescimento econômico de alguns países e regiões. Estes autores sugerem a inclusão do capital humano na expectativa de uma explicação mais atrelada à realidade sobre as diferenças de magnitudes entre modelos teóricos neoclássicos e empíricos. Uma implicação clara desta abordagem é que a acumulação deste fator pode estar correlacionada com a taxa de crescimento populacional e de poupança, e a omissão da acumulação desta variável enviesaria estes coeficientes.

O contemporâneo projeto de pesquisa da teoria do capital humano está condensado “na ideia de que o indivíduo gasta em si mesmo de formas diversas, não apenas buscando desfrutar o presente, mas procurando rendimentos futuros, pecuniários ou não” Blaug (1975, cap. 13). A sua consolidação teórica remonta a outubro de 1962 após a publicação de artigo dedicado ao tema investimento em indivíduos, na revista americana *Journal of Political Economy* por Theodore W. Schultz, que sacode o estudo do desenvolvimento econômico com intensas contribuições.

Nerdrum e Erikson (2001) apontam para William Petty como o primeiro economista a reconhecer diferentes níveis da qualidade de trabalho e modelar um conceito primitivo, do que na metade do século XX seria chamado de capital

humano. Theodore Schultz e Jacob Mincer partem do conceito primário de capital humano de Fisher e de forma independente apresentam ao mundo uma perspectiva que este independe do capital convencional. O fio condutor de ambos os autores é baseado na busca de entender os efeitos da educação na produção e produtividade de países, sobretudo da economia americana.

Mincer (1958) aponta que a distribuição de renda e o investimento na formação dos indivíduos estão correlacionados. Assim a renda pessoal estaria profundamente relacionada à acumulação de capital humano, resultando em impacto na produtividade e crescimento da economia. Em sua análise o indivíduo racional pode decidir entre gastar tempo na obtenção de novos conhecimentos ou continuar exercendo atividade produtiva. A diferença nos rendimentos auferidos estará associada ao nível de investimento em capital humano.

Esta perspectiva econométrica adicionada de análise microeconômica associa rendimentos do trabalho não apenas aos anos de estudo, mas também a fatores como experiência no local de trabalho. Portanto Mincer (1981) apresenta o capital humano como o mais importante determinante para o crescimento econômico, com contribuição intensa na inserção do crescimento endógeno no *mainstream* da pesquisa econômica. Estas estimativas são aperfeiçoadas em trabalhos seguintes como de Nelson e Phelps (1966), que demonstram relação mais aprofundada da educação com crescimento econômico do que com capital físico, para países desenvolvidos.

Lau *et al* (1993) encontra que a educação média da força de trabalho, tem efeito estatisticamente significativo de aproximadamente 20% sobre a produção real. Barbosa Filho, Pessôa e Veloso (2010a) apresentam, com certo grau de confiabilidade, que cada ano adicional de escolaridade resulta em incremento logarítmico de 10% do salário no mercado americano. Enquanto Pereira *et al* (2013) com base na PNAD¹ de 2009 verifica que o efeito de um ano adicional de estudo no Brasil resulta em aumento de 31,83% do salário-hora para trabalhadores da zona urbana contra 9,72% da zona rural.

Schultz (1961), ao tentar estabelecer a essência e condição de formação do capital humano, lança luz sobre diversos paradoxos da dinâmica de crescimento econômico dos Estados Unidos. Sua perspectiva é que determinadas atividades podem ser enfatizadas como capazes de promover as potencialidades da capacidade humana. Seu discurso no encontro da Associação Americana de Economia, em dezembro de 1960, aprofunda uma extraordinária revolução que é a inserção de estudos sobre o capital humano na agenda de pesquisa vigente. Blaug (1971) identifica uma chamada revolução silenciosa e voraz na pesquisa em crescimento econômico, em suas palavras:

A economia da educação com seu conceito de capital humano transformou rapidamente grandes áreas da economia ortodoxa, para emergir em 1960 como uma disciplina madura por seu próprio direito Blaug (1975, p. 7).

¹ Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.

Para Schultz a acumulação de capital humano deve ser classificada de forma diferente, principalmente por suas características quantitativas e qualitativas. De acordo com Schultz (1961) toda e qualquer atividade capaz de promover a qualificação e aperfeiçoamento da população, é capaz de elevar a produtividade dos trabalhadores gerando impactos na economia como um todo. Uma visão abrangente que incluía nesta classificação serviços de saúde, treinamento organizacional, programas de extensão e educação formal. A noção errônea de desconsiderar os recursos humanos como um meio de produção, ainda resultava em uma impressão obsoleta do trabalho. Uma ótica ainda vigente na metade do século XX, de trabalhadores uniformes e incapazes de agregar valor a produção conforme acumulam conhecimento, em suas palavras em março daquele ano: "Essa noção de trabalho estava equivocada no período clássico e está evidentemente errada agora" Schultz (1961, p.3).

A inserção do capital humano na modelagem do crescimento econômico amplia-se, com uma contribuição que se torna rapidamente referência obrigatória na pesquisa sobre o tema, com Gary Becker. Baseado no programa de investigação da teoria do capital, Becker (1964) apresenta extenso estudo sobre a economia da família, além de temas como migração, saúde e investimentos na formação dos trabalhadores.

Becker (1964) define capital humano como conjunto de capacidades produtivas que indivíduo pode adquirir, graças à acumulação de conhecimentos gerais ou específicos e que podem ser utilizados na produção de riqueza. Uma análise que foca no comportamento microeconômico e na tomada de decisão dos agentes, considerando o custo benefício monetário e não monetário. Para Becker a acumulação de capital intelectual, em uma sociedade, impacta profundamente o sistema econômico com aumento da produtividade, renda e habilidades capazes de solucionar problemas e beneficiar a sociedade de forma individual e coletiva.

Uma característica intrínseca do capital humano, segundo Becker (1964), é a impossibilidade de separação do indivíduo de seu conhecimento que justifica a classificação especial deste capital como de caráter humano. Seu livro aponta diversas pesquisas empíricas quantitativas que demonstram diferenças relevantes de produtividade entre pessoas com diferentes níveis de qualificação. Contextualiza que grande parte dos estudos identifica o capital humano como responsável pelo crescimento econômico de longo prazo, em diversos países.

Para Becker (1993) a análise dos benefícios do capital humano não é restrita a quantificação monetária. Uma vez que a educação provoca resultados positivos nos mais diversos segmentos da vida em sociedade com melhora na saúde, no nível de democracia, controle de natalidade e aspectos culturais. Um conceito que extrapola resultados econômicos e mensuráveis em valores monetários. Portanto a teoria do capital humano apresenta a educação como um fator capaz de aumentar a produtividade, agregar novas ferramentas de gestão, diminuir custos e adicionar retornos crescentes à produção. Uma análise mensurável do ponto de vista do crescimento econômico.

2.1 CAPITAL HUMANO EM ABORDAGEM MODERNA

Novos modelos são desenvolvidos a partir de Solow (1956), buscando explicar como ocorre o crescimento econômico entre países considerando diferenças de capital físico e renda *per capita*, com a inclusão do capital humano. Para Mankiw, Romer e Weil (1992) o modelo de Solow (1956) não é capaz de explicar de forma satisfatória diferenças relevantes encontradas em alguns países e regiões, principalmente por estar fundamentado em uma concepção estreita de capital. Uma vez que o único capital considerado é o físico, resultado que confere apenas ao fator trabalho as diferenças não relacionadas à acumulação de capital. Mankiw, Romer e Weil (1992) seguem a tradição dos postulados do modelo neoclássico de Solow e investigam o impacto do capital humano em sua função de produção.

A não inclusão do capital humano no modelo de Solow torna demasiado o peso das variáveis poupança e crescimento populacional, no equilíbrio original, para Mankiw, Romer e Weil (1992). Uma vez que o capital humano pode estar correlacionado às taxas de poupança e crescimento populacional e sua omissão enviesaria o modelo. Os autores indicam que em qualquer nível de estoque de capital humano, maiores níveis de poupança ou menores taxas de crescimento populacional implicam em maior grau deste fator. A análise de resultados empíricos apresentados por Mankiw, Romer e Weill (1992) indicam que o modelo neoclássico adicionado do fator capital humano consegue explicar aproximadamente 78% da variação do produto *per capita* entre países para 1985. Suas condições estilizadas serão expostas no capítulo seguinte dado a relevância deste para a proposta de melhora do modelo de Solow.

A teoria desenvolvida por Lucas (1988) e inspirada nos trabalhos de Schultz (1961) e Becker (1964) propõe que este tipo específico de capital é o motor do crescimento em opção ao progresso tecnológico de modelos anteriores. Para Lucas a aquisição de capital humano resulta em benefícios não apenas para o indivíduo, mas para toda sociedade porque o aumento do nível agregado deste fator de produção contribui para aumento da produtividade de todos os outros. Este modelo aproxima a teoria econômica dos resultados encontrados em diversos trabalhos empíricos, relacionados à convergência condicional. Apresentando a possibilidade de haver múltiplos estados estacionários, pois depende das condições iniciais desta economia e não apenas da sua taxa de crescimento. Esta teoria é abordada no próximo capítulo deste trabalho, dado sua contribuição e proposta original para explicar os efeitos do capital humano sobre a economia.

Barro (1991) estima o poder de explicação das variações nas taxas de ingresso escolar sobre o PIB real e aponta para impacto positivo substancial entre nível de instrução e taxa de crescimento de um país. Barro e Lee (1993) a partir do modelo Mankiw, Romer e Weil (1992) apontam que a análise de dados entre países pode levar em consideração as particularidades de cada forma de mensuração. Modelos como de Rebelo (1998) e Lucas (1988) destacam o capital humano sob forma de nível de escolaridade, enquanto Romer (1990), Kyriacou (1991) e Barro (1991) utilizam *proxies* para mensurar o capital humano.

Barro e Lee (1997) utilizam a mensuração entre países via *cross-section* e dados de painel, pesquisa que busca quantificar o efeito que a qualidade educacional pode ter sobre a renda. Estes autores encontram forte relação entre características familiares como a educação dos pais e a renda, com o desempenho dos estudantes a partir de *testes de score*. Uma discussão intensa e atual que questiona o efeito real da educação para o crescimento dos países. Onde é esperado explicar de forma mais clara qual o real efeito do fator educacional sobre o crescimento do produto em diversas economias.

Barro (2000) utilizando dados para capital humano e controlando para variáveis como taxa de fecundidade, termos de troca, taxa de inflação, consumo do governo, renda inicial, medida de abertura comercial e índice que afere aplicabilidade da lei de propriedade privada, encontra resultado robusto para taxa de crescimento da renda *per capita*. Além de relação positiva e significativa entre ensino secundário e nível superior, para adultos com 25 anos ou mais.

Barro (2013) com foco na relação entre educação e capital humano realiza estudo que destaca a distinção entre efeito quantitativo, medido através da média de anos de estudo para diversos níveis, e qualitativo aferido por exames internacionais. O painel construído permite observar cerca de 100 países entre 1960 a 1995 e encontra relação positiva entre aumento do nível de escolaridade de homens adultos no secundário e superior, e o crescimento do PIB *per capita*. Outro resultado relevante é que em relação ao aumento da escolaridade das mulheres adultas, no secundário e superior, o crescimento da renda *per capita* se mostra pouco significativo. Sugerindo que o mercado de trabalho de grande parte dos países da amostra está subutilizando mulheres qualificadas. Além de indicar que trabalhadores de ambos os sexos com maiores níveis de formação educacional têm um papel relevante na difusão de novas tecnologias e no desenvolvimento destas economias.

Benhabib e Spiegel (1994) modelam o poder de explicação do capital humano no crescimento econômico baseado na abordagem de Nelson e Phelps (1966). Benhabib e Spiegel (1994) consideram uma função semelhante à apresentada por Mankiw, Romer e Weil (1992), embora abandonem a suposição de estado estacionário proposta por estes. Indicando um modelo alternativo que relaciona a capacidade de inovação de um país e o seu estoque de capital humano. Neste modelo o crescimento da economia depende do nível de capital humano, do efeito da inovação e da diferença tecnológica entre este e o país líder. A amostra de países é dividida em três partes, dos mais ricos aos mais pobres e constata que a diferença tecnológica ou *catch up* é bastante significativo para os países mais pobres.

Klenow e Rodriguez-Clare (1997) encontram um desempenho modesto do capital humano para explicar diferenças nas taxas de crescimento das economias com base de dados de Barro e Lee (1993). Estes estabelecem uma função de capital humano para 98 países e estimação de interceptos baseado em Mincer (1974). Bils e Klenow (2000) avaliam o impacto do capital humano sobre a renda *per capita* controlando para o fato de que maior perspectiva de crescimento econômico futuro afete investimentos em capital humano no presente, uma causalidade reversa. E concluem que diferenças nas taxas de crescimento do capital humano explicam um percentual pequeno da alteração nas taxas de crescimento econômico entre

países. Esta pesquisa, baseada na contribuição da geração anterior para educação e medida a partir do impacto de escolaridade encontrada em Mincer (1974), resulta no crescimento econômico explicado a partir do capital humano em *cross-country* de menos de um terço.

Gomes, Pêssoa e Veloso (2003) adotam as especificações de Bils e Klenow (2000) em análise da evolução da Produtividade Total dos Fatores (PTF) na economia brasileira. Afirmando que: "a educação afeta a produtividade do trabalho de acordo com a abordagem minceriana, conforme incorporada à literatura de crescimento econômico por Bils e Klenow (2000)" Gomes, Pêssoa e Veloso (2003, p. 16). A partir de dados da PWT² e de Barro e Lee (2000) fazem análise comparativa entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, analisando em separado o Brasil, através da evolução da PTF. Inferindo que o crescimento do fator tecnológico e do capital humano foram responsáveis por parcela expressiva de acumulação de capital, para caso brasileiro.

Outras evidências na literatura abordam a relação entre crescimento econômico e grau de capital humano distribuído em determinados espaços geográficos. Exemplo desta análise espacial são os trabalhos empíricos de Benhabid e Spiegel (1994), Souza (1999), Martin e Herranz (2004), entre outros. A dimensão da acumulação, do capital humano, sintetizada pelo nível educacional é o responsável pelo aumento da produtividade da população e apoio à minimização dos rendimentos decrescentes do capital físico nos modelos. O aumento do nível educacional permite fortalecer economias regionais e reduzir disparidades econômicas, resultando em aumento da produtividade do capital físico e humano.

A grande maioria dos trabalhos empíricos citados utilizam medidas quantitativas, como anos de escolaridade ou despesas em educação como *proxy* para capital humano. Estes assumem que diferenças na qualidade de transmissão são ínfimas se comparadas à sua quantidade. Hanushek e Kimko (2000) argumentam existir uma simplificação nas hipóteses relacionadas à mensuração do capital humano, ao se utilizar apenas medidas quantitativas. Pois estas seriam incapazes de analisar a real influência do impacto da educação no crescimento econômico. Apesar da mensuração do fator qualitativo educacional ser difícil, estes propõem utilização de testes de ciências e matemática como forma de aproximar a análise do efeito da educação sobre o crescimento econômico. Embora não seja o propósito deste trabalho aprofundar esta análise, este enfoque tem se mostrado o mais indicado para explicar a complexa relação entre capital humano e crescimento econômico. Pois se aproxima cada vez da realidade e explica esta relação através de diferenças na qualidade educacional.

² Penn-Word Table, versão 6.1.

3. MODELOS TEÓRICOS E EMPÍRICOS DE CRESCIMENTO

Este capítulo apresenta descrição de quatro importantes modelos que se inter-relacionam profundamente com a relevância do capital humano como determinante para crescimento. O modelo neoclássico de Solow (1956), baseado na hipótese de rendimentos decrescentes do capital físico, que busca explicar os fatores determinantes para o crescimento de longo prazo. O entendimento deste permite compreender a problemática da abordagem seguinte, a de Mankiw, Romer e Weil (1992), que inclui o capital humano na tentativa de solucionar anomalias do modelo original de Solow em relação aos resultados empíricos.

Seguido da explicação da função de salários apresentada por Mincer (1974), que desenvolve modelo estocástico que explica a diferença entre a distribuição normal das habilidades individuais e a distribuição assimétrica dos salários. Este computa à escolaridade e experiência profissional a origem desta heterogeneidade de rendimentos. Enquanto que o modelo endógeno de Lucas (1988) confere importância crucial da educação no processo de acumulação de capital humano, atribuindo a este fator de produção a função de motor para o crescimento equilibrado. Uma formulação que supõe rendimentos constantes de escala e que o incentivo na alocação de tempo de estudo, ou produto marginal, não sofre variações.

3.1 MODELO DE SOLOW

O objetivo deste tópico é o de apresentar o contexto e os pressupostos e implicações que surgem do modelo neoclássico de Solow (1956), por vezes denominado na literatura como "Solow-Swan". Entender as principais decorrências desta nova interpretação do crescimento econômico é de fundamental importância para deduzir a evolução da teoria neoclássica com a construção do modelo de Solow ampliado de Mankiw, Romer e Weil (1992), que será discutido no Tópico 3.2 deste trabalho. Portanto apesar de não abordar explicitamente a relação entre capital humano e crescimento econômico o modelo de Solow aponta a direção com que variáveis como poupança e crescimento populacional interferem neste resultado. Permitindo parametrizar a revolução das teorias seguintes, que utilizam alguns destes pressupostos na introdução do capital humano como fator de produção.

A teoria de crescimento econômico busca explicar os fatores determinantes no aumento da produtividade e desempenho das economias,

sobretudo no longo prazo. Esta delimitação temporal é focada na dinâmica de acumulação de riquezas e fatores de produção, hesitando enfoque em análise baseada nos fatores de curto prazo como interação entre oferta e demanda. Este arcabouço teórico procura apresentar uma interpretação rigorosa e formalizada dos fatores dinâmicos da acumulação e produção de longo prazo. É a partir da Segunda Guerra Mundial que surge uma investigação rigorosa sobre as causas do crescimento econômico e que resulta na contribuição visceral do modelo neoclássico de Solow, segundo Paz e Rodrigues (1972).

Solow identifica uma apreensão com a teoria exposta por Roy Harrod e Evsey Domar. O principal motivo era a instabilidade extrema do estado estacionário e as hipóteses simplificadoras que para Solow eram incapazes de descrever pontos de equilíbrio e de longo prazo na economia, uma vez que o estado estacionário não era mantido. Solow, em 1987, citada por Rodrigues (2004, p. 202) ironiza a teoria de Harrod e Domar como se dependessem de um "milagre" e que se esta descrevesse a realidade "a história das economias capitalistas seria uma alternância de longos períodos de desemprego galopante e longos períodos de escassez de mão de obra". Para ele "[...] uma expedição de Marcianos, ao chegar à Terra, tendo lido esta literatura, esperaria encontrar apenas resquícios de um capitalismo que há muito se havia desmoronado" Solow (1987, p. 7). O modelo de Harrod e Domar não garante o equilíbrio automático, pois considera uma simplificação que enfatizava a acumulação de capital e incorpora o desenvolvimento tecnológico a este fator. A existência de coeficientes técnicos fixos não qualifica a variação de preços e o mecanismo neoclássico de ajuste da economia, o que impossibilita, mesmo que remotamente, qualquer equilíbrio de pleno emprego. É neste contexto de inconformidade com as principais teorias keynesianas apresentadas que as análises de Solow e Swan emergem.

Solow (1956) sacode o estudo do desenvolvimento econômico na busca de clarear a relevância da acumulação do capital físico, apresentando o progresso técnico como motor do crescimento econômico sustentado. Respondendo a questão, porque alguns países são mais ricos que outros? As condições estilizadas deste modelo neoclássico são a existência de retornos decrescentes, crescimento da população e da oferta de trabalho a uma taxa constante. Uma evidente vantagem do modelo exógeno de Solow (1956) foi a sua aceitação pela facilidade de compreensão e prescrição de política econômica, que norteou diversas economias na promoção do crescimento de longo prazo.

A maior previsão é que as economias convergem para taxa de crescimento estacionária e que esta depende apenas da taxa de progresso tecnológico, crescimento da força de trabalho e intensidade de capital. Este modelo neoclássico atribui como principal motor e fonte de crescimento econômico o progresso tecnológico, e segundo Bueno (2010) a modelagem de Solow-Swan teve impacto visceral na análise dos processos de crescimento. Sendo capaz de

reestruturar toda moderna macroeconomia e progredir em várias direções com contribuições de Schultz (1973); Mankiw, Romer, Weil (1992) e Becker (1993).

O modelo de Solow (1956) apresenta como fonte do crescimento de curto prazo a acumulação de capital físico, sendo o investimento crucial para o crescimento econômico. O fato de o investimento ser financiado pela poupança pode resultar para o leitor desatento na conclusão que um aumento desta resultaria em crescimento infinito desta economia. Mas o impacto de uma unidade marginal de capital é decrescente e o aumento da poupança não é capaz de determinar taxas de crescimento contínuas. O crescimento econômico de longo prazo das economias é determinado apenas pela taxa de crescimento do progresso tecnológico.

A função apresentada originalmente insere dois fatores de produção: Capital (K) e trabalho (L). Demonstrando que o produto *per capita* é uma função crescente da razão entre capital e trabalho. A partir de função do tipo Cobb-Douglas temos:

$$Y = K^{\alpha} (AL)^{1-\alpha} \quad \forall \alpha \in [0,1] \quad (1)$$

Onde Y representa o produto, K o estoque de capital e L a força de trabalho. O número de unidades efetivas de trabalho é dado por AL onde A representa o nível de tecnologia da economia e que captura habilidades, conhecimento e crescimento da eficiência da força de trabalho.

O estoque de unidade efetiva de trabalho é apresentado por $k = K / AL$ e sua variação em relação ao tempo pode ser simplificada para:

$$\frac{dk}{dt} = \frac{1}{AL} \left(\frac{dK}{dt} \right) - \left(\frac{K}{AL} \right) \left[\left(\frac{dA}{A dt} \right) + \left(\frac{dL}{L dt} \right) \right] \quad (2)$$

Onde as taxas exógenas de crescimento tecnológico g e populacional n são representadas:

$$\frac{dk}{dt} = \frac{1}{AL} \left(\frac{dK}{dt} \right) - k(n + g) \quad (3)$$

A variação de estoque de capital é representada pela seguinte expressão, onde I é o investimento bruto e δ a depreciação.

$$\frac{dK}{dt} = I - \delta K \quad (4)$$

Substituindo (4) em (3) multiplicando e dividindo o resultado da substituição por Y , temos a seguinte expressão onde y representa o produto por unidade efetiva de trabalho e s a taxa de poupança bruta.

$$\frac{dk}{dt} = sy - k(n + g + \delta) \quad (5)$$

Realizando uma importante substituição no modelo a partir de (1), temos:

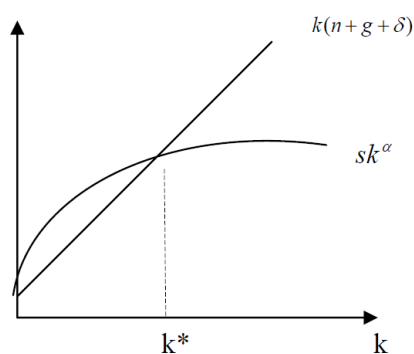
$$y = \frac{Y}{AL} = K^\alpha (AL)^{-\alpha} = K^\alpha \quad (6)$$

Onde substituindo (6) em (5) encontramos a igualdade que caracteriza o sistema.

$$sk^\alpha = k(n + g + \delta) \quad (7)$$

A interpretação relevante desta igualdade é que na presença de retornos marginais decrescentes haverá determinado ponto em que a economia interrompe o acúmulo de capital e o produto *per capita* permanece constante. Este estágio é apresentado como estado estacionário e caracterizado por crescimento do produto da economia embora o trabalho efetivo permaneça constante. A representação gráfica deste estágio é apresentada a seguir:

Figura 1: Estado Estacionário em Solow



Fonte: Elaboração própria

Neste estágio de equilíbrio o valor do capital e produto por unidade de trabalho corresponde respectivamente a:

$$k^* = \left(\frac{s}{n+g+\delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad y^* = \left(\frac{s}{n+g+\delta} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (8)$$

A contribuição inventiva do modelo de Solow (1956) é apresentar uma nova formatação para a antiga teoria de crescimento sistematizada por Harrod (1939) e Domar (1946). Esta nova abordagem é apoiada em fundamentos neoclássicas de equilíbrio geral estável, que a teoria anterior não exibia.

O resultado apresentado por Solow aponta para o fato de que o crescimento do produto das economias é maior do que aquele atribuído apenas ao acréscimo dos fatores de produção como capital e trabalho. A esta diferença encontrada é atribuído o nome resíduo de Solow ou Produtividade Total dos Fatores (PTF), onde o crescimento observado e não explicado pode ser decomposto a partir da abordagem a seguir.

$$Y = \beta K^\alpha L^{1-\alpha} \quad 0 < \beta < 1 \quad (9)$$

A produtividade exógena é representada por β para modelo Hicks-Neutro. Ao aplicar log-linearização e derivando em função do tempo temos:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \alpha \frac{\dot{K}}{K} + (1-\alpha) \frac{\dot{L}}{L} + \frac{\dot{\beta}}{\beta} \quad (10)$$

Esta equação indica a composição do crescimento do produto Y e que este é uma média ponderada da participação do parâmetro α na renda. Enquanto que $\frac{\dot{\beta}}{\beta}$, o resíduo, é o crescimento da produtividade multifatorial não explicada. A pesquisa subsequente à apresentação deste modelo buscou explicar o papel deste resíduo, que pode ser simplificado como a presença de fatores não abordados ou o simples crescimento do progresso tecnológico. Um possível candidato capaz de explicar parte deste resíduo é o incremento de capital humano representado pelo aumento de qualificação da força de trabalho. A partir desta hipótese surge nova agenda de estudos na fronteira da pesquisa econômica e que incorpora um conceito inovador à modelagem teórica, o de estoque de capital humano.

3.2 MODELO DE SOLOW AMPLIADO COM MANKIW, ROMER E WEIL

Este tópico explica a tentativa de unificar a teoria de crescimento econômico de Solow, baseado nas contribuições de Mankiw, Romer e Weil (1992) que resulta, dentro da literatura econômica, na formulação do modelo de Solow

ampliado. Este grupo de pesquisadores do MIT³, seguidores de Solow, levam seu modelo muito a sério e desenvolvem uma reestruturação, acrescentando o capital humano incorporado da literatura de crescimento endógeno. Esta nova modelagem ao incluir o fator capital humano no processo, aponta segundo Mankiw, Romer e Weil (1992) para uma explicação de quase 80% da variação da renda entre países. Encontrando evidências de que o diferencial de renda e crescimento entre países possa ser melhor explicado através da inclusão deste fator. Embora a divergência com novas agendas de pesquisa se distancie da fundamentação teórica proposta por Solow, em 1956.

Várias avaliações do modelo de Solow (1956) resultam em implicações teóricas como de Mankiw, Romer e Weil (1992) e Jones (1995), abrindo espaço para análise empírica, dada as previsões deste modelo neoclássico. A maior parte dos pesquisadores concorda com os efeitos estilizados deste modelo, embora questionem a magnitude com que as variáveis, poupança e crescimento populacional, interfiram no resultado. Uma vez que modelagem empírica aponta o grau e direção que estas se movem, mas em magnitudes diferentes das previstas por Solow. A subestimação do impacto da poupança e crescimento da força de trabalho fica evidente quando o comportamento do produto se assemelha a raiz quadrada da taxa de poupança como em $y = \sqrt{s}$. E economias obteriam apenas o dobro da renda se poupassem quatro vezes mais que a média no modelo de Solow (1956).

A argumentação baseada em aplicação empírica de dados aponta para um efeito maior do crescimento populacional e taxa de poupança. Estes pesquisadores propõem uma extensão do modelo neoclássico original e inclusão do fator capital humano. Uma vez que a acumulação de capital humano pode ser correlacionada com o crescimento populacional e taxa de poupança, omitir esta variável implicaria em enviesar os coeficientes de crescimento populacional e taxa de poupança.

As consequências desta modificação é que a inserção do capital humano resulta na modificação do impacto de capital físico na acumulação da renda. Uma vez que há aumento na poupança, mesmo se não houver modificação na taxa de acumulação do capital humano. Para Mankiw, Romer e Weil (1992) a inclusão do capital humano minimiza anomalias resultantes do confronto do modelo inicial de Solow e os resultados empíricos encontrados na análise *cross-country*.

Uma das vantagens desta modelagem é apresentação teórica e complementação a partir de vários testes empíricos, que apontam para convergência deste novo modelo. Esta formulação permite que os agentes poupem através do investimento em capital físico ou capital humano, uma vez que este último permite alterar o impacto do capital físico na acumulação de renda.

³ Instituto de Tecnologia de Massachusetts.

A nova função de produção é:

$$Y = K^\alpha H^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta} \quad \forall \alpha + \beta < 1 \quad (11)$$

Onde Y representa o produto, K o estoque de capital, L a força de trabalho e H o estoque de capital humano. A interpretação detalhada da variável AL e A é apresentado no modelo neoclássico anterior. S_k é a fração da renda investida em capital físico e S_h a fração investida em capital humano.

$$k = S_k y - (n + g + \delta)k \quad (12)$$

$$h = S_h y - (n + g + \delta)h \quad (13)$$

Onde $y = Y / AL$, $k = K / AL$ e $h = H / AL$ representam as quantidades por unidades de trabalho. As variáveis apresentadas são idênticas as do modelo original de Solow e resultam no seguinte equilíbrio e convergência para o estado estacionário:

$$k^* = \left(\frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{g_A + g_L + \delta_k} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \quad h^* = \left(\frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{g_A + g_L + \delta_k} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \quad (14)$$

Equilíbrio do produto por trabalho efetivo:

$$y^* = \left[\frac{s_k^\alpha s_h^\beta}{(g_A + g_L + \delta_k)^{\alpha+\beta}} \right]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \quad (15)$$

O crescimento da economia é o mesmo do modelo de Solow (1956), determinado pelo progresso tecnológico exógeno. Um dos resultados desta nova abordagem é o fato de rendimentos decrescentes apresentarem impacto menor na função de produção. Resultado que explica de forma substancial até 78% da diferença da renda *per capita* dos países, segundo testes econométricos apresentados em Mankiw, Romer e Weil (1992). O fator capital humano modifica de maneira substancial o capital físico na acumulação de renda resultante do aumento da poupança. Esta alteração influencia todo o sistema mesmo que a acumulação de capital humano se mantenha inalterada. Portanto quanto maior o crescimento da população menor a porção de renda *per capita* para cada indivíduo, uma vez que tanto capital físico quanto o humano são distribuídos de forma homogênea para toda população.

Substituindo (14) na função de produção (11) e aplicando o logaritmo à equação apresentada, a renda *per capita* depende do crescimento da população e acumulação de capital físico e humano, conforme esperado.

$$\ln\left[\frac{Y}{L}\right] = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha + \beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(n + g + \delta) + \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_h) \quad (16)$$

É feito um desmembramento das variáveis apresentadas como Produtividade Total dos Fatores (PTF) e que recupera informações analíticas de decomposição do crescimento entre países, uma aplicação empírica deste modelo é apresenda no Capítulo 6. Esta abordagem permite calcular a produtividade marginal do capital gerado pela função de produção e interpretação de variações da produtividade dos fatores, baseado no arcabouço teórico de crescimento neoclássico. Como esperado o capital humano apresenta correlação positiva com taxa de poupança e correlação negativa com a taxa de crescimento populacional. Mankiw, Romer e Weil (1992) concluem que a adição do fator capital humano aprimora o modelo neoclássico de Solow, pois normaliza algumas distorções do modelo inicial quando este é comparado com a pesquisa empírica. Ainda que a *proxy* utilizada na pesquisa seja incapaz de capturar de maneira precisa a acumulação deste fator, grande parte da variância residual do modelo inicial de Solow é explicado no modelo ampliado.

Outra relevante contribuição do modelo de Solow ampliado para capital humano é explicar o crescimento mais acelerado dos países mais pobres. Assim como a divergência condicional, que indica que após o controle para o nível de renda *per capita*, países com maior acúmulo de capital humano obterão crescimento mais robusto. Para Mankiw, Romer e Weil (1992) a existência de fluxos intensos apenas para capital físico e não humano, permite explicar também a menor oferta de investimento nos países pobres em comparação aos países ricos, sendo apresentado com fato estilizado destas economias.

O excelente desempenho empírico do modelo ampliado permitiu restabelecer uma resposta robusta para a questão apresentada inicialmente por Solow: Por que alguns países seriam mais ricos que outros. Mankiw, Romer e Weil complementaram sua teoria e apresentam as seguintes conclusões: "O modelo de Solow é consistente com as diferenças internacionais ao tomarmos em consideração a importância do capital humano, assim como a do capital físico" Mankiw, Romer e Weil (1992, p. 433).

Para Mankiw, Romer e Weil, Solow atingiu seus propósitos ao desenvolver modelo que teve impacto visceral sobre o modo de se estudar crescimento econômico. Este sugeria variáveis facilmente observáveis e conseguiu explicar boa parte de diferenças nos rendimentos entre países. Este apoio a modelos neoclássicos é reforçado pela ampliação do modelo original e por nova agenda de pesquisa que busca mensurar com maior precisão a relevância do capital humano para o crescimento econômico dos países.

3.3 MODELO DE MINCER

A relevância da educação como um dos determinantes para o crescimento econômico tem sido amplamente enfatizada, por sua associação direta com a produtividade, na teoria do capital humano. No final da década de 1950 e início da década seguinte a educação passa a ser objeto de investigação sistemática. Uma vez que os trabalhos de Solow apontavam para um crescimento do produto maior do que o atribuído exclusivamente à elevação dos fatores de produção, neste caso, capital e trabalho. O resíduo de Solow, responsável por explicar esta diferença de crescimento entre o produto observado e o exposto pelo crescimento do capital e trabalho, poderia ser imputado a dois fatores: progresso técnico e outras variáveis não captadas por este modelo neoclássico. A partir de um candidato capaz de explicar a magnitude destas diferenças, Jacob Mincer debruça-se sobre a elevação da escolaridade média da população e experiência do trabalhador, como capazes explicar de maneira consistente esta diferença do produto e renda.

A tentativa de explicar a relação como a remuneração do fator trabalho é influenciada pelo estoque de capital humano baseia-se no corolário formalizado por Mincer (1958), de que esta remuneração deve aumentar conforme maiores nível de educação e experiência computados. Além da existência de rendimentos decrescentes conforme anos adicionais de estudos resultam em acréscimos menores aos rendimentos, em comparação aos anteriores. A remuneração auferida pelo trabalhador é igual à cooperação econômica marginal para a firma, desta maneira o estoque de capital humano é reconhecido pelo mercado de trabalho como capaz de indicar um maior nível de produtividade, implicando em maior remuneração.

Mincer (1958) foi um dos primeiros a apresentar a formulação de rendimento em função da escolaridade, este retoma o conceito de Adam Smith, que relaciona os rendimentos salariais à magnitude do aprendizado e treinamento. A apresentação minceriana representa uma tentativa seminal de mensurar econometricamente o conceito empírico de que a distribuição de renda individual é uma função das habilidades e conhecimento adquirido. Na busca por explicar o investimento em capital humano resultante de uma escolha econômica, Mincer busca explicar as principais causas das desigualdades de renda. Uma possibilidade era o fato das habilidades serem capazes de explicar essa diferença, embora estas apresentem distribuição simétrica enquanto os rendimentos individuais exibem comportamento assimétrico com a renda mediana menor que a renda média.

A dificuldade de explicar a diferença de renda como resultado apenas do fator habilidade individual, dado a sua distribuição assimétrica, assinala para uma explicação baseada em um fator correlacionado com a renda, neste caso o capital

humano, mensurado a partir da escolaridade e experiência. Mincer (1958) amparado na teoria de diferenciais compensatórios de salários de Smith, expõe dois pressupostos que explica a distribuição assimétrica de salários. Este admite todos os indivíduos idênticos em relação à habilidade e que os diferenciais de salários em função da escolaridade compensem os custos privados na obtenção de educação. A mobilidade observada no mercado de trabalho também pode ser explicada a partir do diferencial de conhecimento adquirido e nível de experiência.

A equação de Mincer que capta a relação entre salário, como renda do trabalho, experiência e a taxa de retorno da educação é apresentada a seguir, conforme descrita em Barbosa Filho, Pessôa e Veloso (2010b). Sendo w o salário de indivíduo que estudou S anos e w o salário de indivíduo sem educação formal. Supondo que o ensino não implica em custos⁴, para que a renda permaneça a mesma, numa perpetuidade, é preciso que:

$$1 = \frac{w \sum_{i=S+1}^{N+S+1} (1+R)^{-i}}{w \sum_{i=1}^{N+1} (1+R)^{-i}} = \frac{w}{w} (1+R)^{-S} \quad (17)$$

Onde R representa a taxa de juros de mercado, a equação de Mincer é descrita como:

$$\ln w = \ln w + \beta S \quad (18)$$

Onde $\beta = \ln(1+R)$ representa a taxa contínua de capitalização e que nas condições apresentadas é igual à Taxa Interna de Retorno (TIR) para educação. O desenvolvimento da pesquisa e modelos que abordam a economia da educação para explicar a diferença de renda individual e crescimento entre países se consolida de forma rápida a partir da década de 1960, um exemplo são os trabalhos de Schultz (1961) e Becker (1964). Amparado no desenvolvimento da pesquisa sobre o tema, Mincer (1974) sintetiza maior parte das relações encontradas entre educação, experiência no mercado de trabalho e renda. Apresentando uma associação entre o logaritmo de salário, $\ln w$, e o fator capital humano mensurado a partir de anos de estudo, S , e experiência, representado na equação por E ⁵:

⁴ Ver também Mincer (1970).

⁵ A elevação da experiência profissional ao quadrado justifica o fato do rendimento salarial aumentar com a experiência, embora a taxas decrescentes, o que implica em um impacto cada vez menor na renda à medida que esta aumenta após atingido o ponto de máximo.

$$\ln w = \ln w + \delta X + \beta S + \gamma_1 E + \gamma_2 E^2 + \mu_t \quad (19)$$

A variável $\ln w$ representa o rendimento do trabalho de indivíduo sem nenhuma qualificação e o intercepto neste modelo econométrico. Sendo, E , a experiência no mercado de trabalho mensurada em anos e calculada pela idade subtraído o período escolar mais seis anos, período anterior ao ingresso na educação infantil. Há também um vetor de variáveis de controle, representado por X . O β , o parâmetro mais relevante, estima o ganho incremental na remuneração para cada ano adicional de estudo, convencionalmente intitulado de taxa de capitalização da educação. Uma vez que a remuneração do trabalho pode ser influenciada por outros fatores, que não apenas anos de estudo, havendo a possibilidade de existir um viés de seleção na estimação deste parâmetro. Portanto variáveis intrínsecas não contempladas pelo modelo, como habilidade e aptidões poderiam resultar em uma superestimação do coeficiente β . Dado que o salário pode ser influenciado por fatores correlacionados com a obtenção de educação, por vezes inatos. E μ representa o resíduo da estimativa.

Barbosa Filho, Pessôa e Veloso (2010b) apresentam estimações de β utilizando Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e Variáveis Instrumentais (VI) calculando o possível viés associado ao erro de medida da educação na equação de Mincer (1974). Opções para cálculo do retorno da educação diminui o viés de fatores como habilidades, sendo possível com estudos de gêmeos e irmãos. Características responsáveis pela geração do viés amostral são menores ou suprimidas em estudos no ambiente familiar. Ou seja, o diferencial de salários entre indivíduos da mesma família permite indicar com maior confiabilidade a relação de causalidade da educação na renda. Os resultados indicam que viés para cima estimado em MQO, a partir de variável de controle a educação entre familiares próximos, é de aproximadamente 15%. A variância dos resultados é de até 50% para alguns estudos como em Isacsson (1997) e 0% para Rouse (1997). Card (1999) indica que o retorno educacional estimado não é muito diferente do encontrado em modelos que utilizam MQO, embora a literatura apresente estimativas superiores entre 20% a 40% para VI ao utilizar mudanças estruturais no modelo educacional.

Uma justificativa plausível para as diferenças encontradas nos retornos marginais educacionais é que estes podem ser diferentes para grupos de indivíduos com níveis desiguais de escolaridade. Sendo também correlacionado com educação dos pais, qualidade escolar, grupo étnico e aptidões. E mudança em cada uma das variáveis indicadas resulta em maior ou menor retorno para cada nível escolar, mesmo na presença do decréscimo do retorno educacional para níveis educacionais mais elevados. Uma síntese da extensa literatura a respeito do possível viés de habilidade e sua mensuração é que o coeficiente relacionado à escolaridade na equação mincerina é próximo ao encontrado ao utilizar MQO.

Sendo possível assegurar com certa confiabilidade que o logaritmo do salário, para o mercado norte americano, aumenta em 10% para cada ano adicional de escolaridade. Resultado benéfico à teoria do capital humano e que indica também uma sinalização do mercado de trabalho ao incremento em anos de estudo.

A apresentação da função de rendimento de Mincer (1974) considera o desempenho do investimento em capital humano ao longo de toda vida. A derivação, a seguir, permite entender as especificidades do modelo estocástico de distribuição de renda e a construção da equação (19) de rendimentos do capital humano na formulação de Mincer. Para Freitas e Freitas (2008) para a aplicação deste modelo empírico é fundamental entender sua derivação e formulação, que busca explicar o comportamento assimétrico verificado nos rendimentos individuais. O estoque de capital humano no início da vida é igual a $E(0)$, no ingresso escolar $t=0$. O investimento em capital humano pode ser descrito como uma fração de $K(t)$ e a diferença $1 - K(t)$ dedicado ao trabalho. Ao supor r como a Taxa Interna de Retorno (TIR) educacional, a aptidão aumenta o rendimento salarial no tempo t é igual a:

$$G(t) = r K(t) \quad (20)$$

No período t o estoque de capital humano e capacidade de ganho é:

$$E(s) = E(0) e^{\lambda} \quad (21)$$

Onde $\lambda = \int_0^t G(t)dt$ é integral definida. Com rendimento no período t sendo:

$$Y(t) = (1 - K(t)) \cdot E(t) \quad (22)$$

Se o indivíduo dedica tempo integral a educação temos $K(t) = 1$, em que t é igual aos anos de estudo acrescido de seis. Com S anos de educação o rendimento futuro é:

$$E(s) = \ln E(0) \cdot e^{r \cdot S} \quad (23)$$

A forma log-linear entre rendimento e escolaridade pode ser obtida a partir da aplicação do logaritmo em ambos os lados:

$$\ln E(S) = \ln E(0) + r \cdot S \quad (24)$$

Caso não haja nenhuma depreciação do fator capital humano e após o término do período escolar não seja realizado nenhum investimento adicional, os rendimentos seriam lineares e descritos por $Y(S) = E(S)$. Embora a observação empírica indique que o investimento em capital humano se desvalorize linearmente durante a vida do indivíduo, de $K(0)$ para zero, do início ao fim da carreira. A teoria também indica o fato do indivíduo aumentar o seu estoque de capital humano após o período escolar, mas a uma taxa decrescente. Admitindo n como a duração do período produtivo de indivíduo, o percentual de ganho com E anos de experiência é:

$$K(E) - K(0) \cdot K(0) \cdot E \quad (25)$$

Onde a propensão de rendimento com aquisição de experiência é:

$$E(E) = E(S) \cdot e^{\beta} \quad (26)$$

Solucionando (26) com $\beta = \int_0^t k(0)K(0)E \, dt$ temos:

$$E(E) = E(S)e^{\psi} \quad (27)$$

Em que $\psi = rk(0) \cdot rk(0)E^2$ com o rendimento no tempo t definido em (22), temos:

$$\ln Y(E) = \ln (1 - K(E)) + \ln E(E) \quad (28)$$

Substituindo (27) em (28) encontramos:

$$\ln Y(E) = \ln (1 - K(E)) + \ln E(S) + r \cdot S \cdot K(S) - \frac{r \cdot E^2 K(S)}{2n} \quad (29)$$

Ao substituir $\ln E(S)$ em (24), obtemos:

$$\ln Y(E) = \ln (1 - K(E)) + r \cdot S + r \cdot S \cdot K(S) + \ln E(0) - \frac{r \cdot E^2 K(S)}{2n} \quad (30)$$

Onde a equação (30) é uma aproximação da função econométrica de rendimentos minceriana, apresentada em (19). Esta derivação permite compreender a construção do modelo, assim como os fatores que compõem a equação

apresentada por Mincer (1974). Etapa relevante para interpretar a escolha das variáveis explicativas para estabelecer a relação entre o comportamento de rendimentos e a função de capital humano, estimada a partir de escolaridade e experiência Freitas e Freitas (2008).

Complementando os conceitos apresentados na equação de rendimentos, discutida anteriormente, o trabalho de Mincer (1981) descreve uma modelagem matemática que capta a perspectiva de rendimentos, chamado de salário-idade. Com foco no comportamento dos rendimentos futuros de indivíduos que tem dedicação da totalidade de seu tempo disponível no início da vida à educação, período em que o estoque de capital humano é relativamente baixo. Ao ingressar no mercado de trabalho os investimentos em educação ainda seriam altos embora as receitas auferidas sejam menores.

Com a consolidação do investimento educacional o salário tende a crescer apresentando rendimentos crescentes graças ao acúmulo de capital humano. Embora esta diminuição esteja relacionada à depreciação do estoque capital humano, haveria neste momento uma mudança na taxa de crescimento dos rendimentos, que após atingir o seu ponto máximo começa a crescer a uma taxa decrescente até a aposentadoria. Em Mincer (1974) há uma tônica nos investimentos após a educação formal, consolidando o conceito de que a aquisição de capacidades produtivas pós-escolares e experiência profissional são fontes de competências com influência nos rendimentos presentes e futuros.

Toda a formulação minceriana busca explicar como a educação e experiência profissional interagem no processo de formação de competências e renda, a partir de perspectiva individual. Sua contribuição seminal na moderna economia do trabalho, aponta a heterogeneidade de rendimentos como resultado da diferença no estoque do insumo capital humano. Admite a possibilidade de que investimentos em capital humano não sejam observáveis diretamente, apresentando uma importante metodologia de mensuração a partir da quantificação dos perfis salariais e do retorno auferido pelo mercado por cada acréscimo deste fator. Embora nos últimos 39 anos tenha existido uma drástica expansão de micro dados e técnicas de estimação. Com base na literatura recente e novas estimativas empíricas é possível deduzir que a equação de Mincer continua sendo uma precisa referência na determinação dos salários e retorno auferido pelo mercado de trabalho à escolaridade. Uma referência relevante para explicar a diferença de magnitude entre o modelo de Solow (1956) e a pesquisa empírica, depositando sobre o fator capital humano a capacidade de explicar de forma integrada diferenças entre renda *per capita*, salário e produto.

3.4 MODELO DE LUCAS

O modelo de crescimento endógeno proposto por Lucas (1988) parte da premissa que a educação é um fator determinante na taxa de crescimento de longo prazo. É baseado no arcabouço teórico de Becker (1964) para capital humano, que identifica a acumulação deste fator como o principal motor para o crescimento econômico duradouro. Para Becker os diferentes níveis de acumulação de capital humano são a principal causa de diferença entre as taxas de crescimento econômico entre os países.

Uma diferenciação entre a visão de Becker e Lucas é que o primeiro considera os retornos para investimento em capital humano decrescentes, enquanto que o segundo supõe que estes sejam constantes ao longo de toda vida. Na tentativa de explicar o fator de maior relevância para o crescimento econômico de longo prazo Lucas (1988) apresenta um conceito inovador, fundamentado no efeito externo do capital humano, denominado externalidade positiva entre agentes ou *spillover*.

O modelo inicial baseado no crescimento do capital humano depende da alocação do agente ao longo do tempo entre acumulação deste fator e produção corrente. A teoria apresentada por Lucas (1988) indica que a trajetória de alocação de diversas iniciativas do agente ao longo do tempo afeta constantemente o seu nível de produtividade. Portanto, a influência da adição de capital humano resulta em efeito no nível de produção corrente e alocação de atividades, afetando a sua acumulação no tempo corrente e futuro, denominado aqui de $h(t)$.

Lucas ao incluir o capital humano na função de produção indica a possibilidade dos agentes modificarem o nível de investimento em educação, podendo escolher quanto tempo dedicam aos estudos, evidenciando a acumulação de outro insumo ao capital físico. Abordagem que explora além da visão original de Solow e da versão de Ramsey-Cass-Koopmans⁶, que é baseado em uma sequência de consumos futuros maximizando a soma descontada da utilidade do período seguinte.

O ingrediente necessário para gerar crescimento neste modelo é a possibilidade de incentivos para investir no capital humano, tornando o comportamento deste fator não decrescente. Onde a função de produção apresenta rendimentos constantes de escala permitindo que o produto marginal, ou incentivo para despendar tempo estudado, seja constante.

A modelagem de Lucas (1988) supõe a existência de N trabalhadores com nível de habilidade entre 0 e ∞ . Apresentando $c(t)$ o consumo *per capita* e $K(t)$ como o estoque de capital e $\dot{K}(t)$ a sua taxa de variação. Então a produção total será representado por $N(t)c(t) + \dot{K}(t)$ onde $N(h)$ trabalhadores possui determinado nível de habilidade h . Cada trabalhador deve aplicar uma porção $u(h)$ do tempo disponível para a produção corrente.

$$N = \int_0^{\infty} N(h)dh \quad (31)$$

⁶ Neste modelo não há incerteza, as previsões são perfeitas e sinônimo de expectativas racionais.

O restante do tempo produtivo disponível ao trabalhador denominado por $(1 - u(h))$ será destinado à acumulação de capital humano. A força de trabalho efetiva é representada por:

$$N^e = \int_0^{\infty} u(h)N(h)h dh \quad (32)$$

Uma característica implícita do modelo é a simplificação através do agente representativo que supõe todos os trabalhadores como idênticos, com habilidades mensuráveis e alocações semelhantes ao longo do tempo. São considerados também efeitos internos da produtividade como a influência do capital humano na produtividade. Além de efeitos externos da produtividade dado pelo nível médio de habilidade e acumulação de capital humano entre os trabalhadores, denominado de h_a e apresentado como:

$$h_a = \frac{\int_0^{\infty} hN(h)dh}{\int_0^{\infty} N(h)dh} \quad (33)$$

A partir destas simplificações todos trabalhadores escolhem determinado nível de alocação u , e força de trabalho é ajustado de acordo com a expressão:

$$N^e = uN \quad (34)$$

A descrição da tecnologia de produção dos bens do modelo de Lucas é apresentada como:

$$N(t)c(t) + \dot{K}(t) = AK(t)^{\beta} [u(t)h(t)N(t)]^{1-\beta} h_a(t)^{\gamma} \quad \text{onde } 0 < \beta < 1 \quad (35)$$

A variável $h_a(t)^{\gamma}$ representa o efeito externo do capital humano, A é o nível de tecnologia constante que cresce a uma taxa u e direcionado para produção corrente. A produção *per capita* é alocada entre consumo $c(t)$ e taxa de crescimento do estoque de capital humano $K(t)$. Um modelo que indica alto nível de relação entre capital humano e a tecnologia disponível nas economias.

A taxa de crescimento do capital humano em relação ao tempo é $\dot{h}(t)$, representando o esforço devotado à aquisição de capital humano adicional. Relação descrita na seguinte equação:

$$\dot{h}(t) = h(t)^\delta G(1-u(t)) \quad (36)$$

Onde G é crescente e linear, $G(0) = 0$ e a taxa de crescimento do capital humano é constante com $\delta = 1$. Conforme esperado a taxa de crescimento do capital humano é diretamente relacionado ao tempo aplicado na acumulação de capital humano. E δ capta o efeito do crescimento do estoque de capital humano ao longo do tempo. Se $\delta < 1$ indica que o efeito do capital humano diminui o crescimento da economia, uma vez que haveria decréscimo do estoque de capital humano. Caso $\delta > 1$ implica na existência de expansão da acumulação de capital humano no tempo. No modelo de Lucas (1988) é feito a adaptação da hipótese de Uzawa-Rosen, descrito em Rosen (1976), que apresenta o valor de $\delta = 1$ e a taxa de crescimento do acúmulo de capital humano é:

$$\dot{h} = h(t)\ell[1 - u(t)] \quad (37)$$

Uma das implicações do modelo é que se $u(t) = 1$ a taxa de crescimento do capital humano $\frac{\dot{h}}{h}$ é zero. E não existiria crescimento do capital humano, uma vez que este não está sendo acumulado pelos trabalhadores e estes estão aplicando a totalidade de seu tempo disponível à produção corrente. Se $u(t) = 0$ indica que os trabalhadores estão investindo a totalidade de seu tempo na aquisição de capital humano. Nesta condição o capital humano $\frac{\dot{h}}{h}$ cresce a uma taxa máxima ℓ .

Lucas ao desenvolver arcabouço teórico baseado na acumulação de capital humano, busca explicar quais são os mecanismos geradores do crescimento econômico sustentado. Não sendo realista supor que o progresso técnico fosse exógeno, principalmente se apresentado como única fonte de crescimento, conforme exposto no modelo de Solow-Swan. Outra dificuldade encontrada é o fato do modelo neoclássico não explicar de forma consistente os mecanismos geradores do crescimento econômico sustentado, dado que estas variáveis são exógenas. Lucas (1988) expõe sua insatisfação com o fato da análise teórica desta modelagem deixar, em alguns casos, até 50% do crescimento econômico por explicar. Desenvolvendo um modelo que considera as experiências reais dos países em termos de crescimento econômico, capaz de explicar a convergência condicional e

relacionar pesquisas empíricas ao poder explicativo da variável capital humano. O tópico seguinte apresenta algumas aplicações da modelagem encontrada em Lucas (1988) na determinação de pontos de equilíbrio das taxas de crescimento do capital humano.

3.4.1 Pontos ótimos e de equilíbrio no modelo de Lucas

Este tópico exhibe algumas derivações contidas em Lucas (1988) para a determinação dos pontos ótimos e de equilíbrio. As hipóteses de economia fechada e crescimento da população a uma taxa constante λ neste modelo apresentam similaridades com o modelo de Solow discutido anteriormente. As equações (33) e (36) expressam as principais mudanças incorporadas em Lucas com adição do capital humano em relação ao modelo original de Solow (1956). A função utilidade pode ser descrita da seguinte forma:

$$\int_0^{\infty} e^{-\rho t} \frac{1}{1-\sigma} [c(t)^{1-\sigma} - 1] N(t) dt \quad (38)$$

Os pontos ótimos e de equilíbrio não são os mesmos no modelo pela presença do efeito externo $h_a(t)^\gamma$. A solução encontrada por Lucas (1988) é a comparação entre estes dois pontos. O ponto ótimo é dado pela seleção de $K(t)$, $h(t)$, $H_a(t)$, $c(t)$ e $u(t)$ que maximize a função apresentada em (38) e sujeito à restrição $h(t) = H_a(t)$. Enquanto que o cálculo do ponto de equilíbrio é dado pela escolha de $K(t)$, $h(t)$, $c(t)$ e $u(t)$ que maximize a função (38) considerando $H_a(t)$ exógeno. Embora o equilíbrio seja alcançado apenas quando $h(t)$ é igual a $H_a(t)$. Utilizando os preços $\theta_1(t)$ e $\theta_2(t)$ usados na mensuração do acréscimo de valores dos capitais físico e humano, respectivamente, é possível encontrar o hamiltoniano⁷ para a solução ótima, descrito a seguir:

$$H(K, h, \theta_1, \theta_2, c, u, t) = \frac{N}{1-\sigma} (c^{1-\sigma} - 1) + \theta_1 [AK^\beta (uNh)^{1-\beta} h^\gamma - Nc] + \theta_2 [\delta h(1-u)] \quad (39)$$

⁷ O método hamiltoniano, diferente da formulação lagrangiana, não apresenta maneiras mais convenientes de resolver problemas. Entretanto fornece introspecções aprofundadas para entender as relações entre sistemas de múltiplas equações. Constituindo um formalismo alternativo plenamente equivalente a resolução lagrangiana.

Como condição de primeira ordem sabe-se que os bens têm de ter os mesmos valores no uso de consumo ou acumulação de capital. Esta condição é observada marginalmente e as variáveis fundamentais para a maximização de H devem ser consumo $c(t)$ e tempo destinado à produção $u(t)$. As taxas de variação dos preços $\theta_1(t)$ e $\theta_2(t)$ são respectivamente:

$$\theta_1 = \rho\theta_1 - \theta_1\beta AK^{\beta-1}(uNh)^{1-\beta}h^\gamma \quad (40)$$

$$\theta_2 = \rho\theta_2 - \theta_1(1-\beta-\gamma)AK^\beta(uN)^{1-\beta}h^{-\beta+\gamma} - \theta_2\delta(1-u) \quad (41)$$

A solução ótima de $K(t)$ e $h(t)$ entre os capitais físico e humano é dada pelas equações (33) e (36) para as condições apresentadas acima e com os preços de capital físico $\theta_1(t)$ e capital humano $\theta_2(t)$ variando conforme (40) e (41).

Para encontrar o ponto de equilíbrio basta seguir as operações apresentadas no parágrafo anterior para os termos que representa os efeitos externos do capital humano $h_a(t)^\gamma$ e $h(t) = H_a(t)$ para qualquer t . Nos resultados encontrados o preço do capital físico $\theta_1(t)$ mantém a mesma variação, enquanto que a variação do preço do capital humano $\theta_2(t)$ é diferente para o ponto ótimo. O ponto de equilíbrio para o setor privado, dado que $h(t) = H_a(t)$ é:

$$\theta_2 = \rho\theta_2 - \theta_1(\alpha - \beta)AK^\beta(uN)^{1-\beta}h^{-\beta+\gamma} - \theta_2\delta(1-u) \quad (42)$$

Para que as condições de primeira ordem para produtividade marginal do capital constituam o ponto ótimo tem-se que $k = \frac{\dot{c}(t)}{c(t)}$ para:

$$\beta AK(t)^{\beta-1}(u(t)h(t)N(t))^{1-\beta}h(t)^\gamma = \rho + \sigma k \quad (43)$$

Uma vez que $K(t)$ cresce a uma taxa $k + \lambda$, dado a poupança constante e $h(t)$ exógeno. Supondo $v = \frac{\dot{h}(t)}{h(t)}$ é possível reescrever (37) da seguinte forma:

$$v = \delta(1-u) \quad (44)$$

A partir da diferenciação de (42) obtemos a seguinte expressão:

$$k = \left(\frac{1-\beta+\gamma}{1-\beta} \right) v \quad (45)$$

Com a diferenciação das condições de primeira ordem, obtêm-se a taxa de crescimento de capital humano v . É portanto neste ponto que a análise de equilíbrio e eficiência diverge instantaneamente. O segundo passo é encontrar a solução para taxa de crescimento eficiente de capital humano v^* . Encontrado a partir da substituição de u em (41) e isolando v em termos de k após aplicar as condições de primeira ordem.

$$v^* = \sigma^{-1} \left[\delta - \frac{1-\beta}{1-\beta-\gamma} (\rho - \lambda) \right] \quad (46)$$

Enquanto que a taxa de crescimento de equilíbrio v é dado pela expressão a seguir:

$$v = [\sigma(1-\beta-\gamma) - \gamma]^{-1} [(1-\beta)(\delta - \rho + \lambda)] \quad (47)$$

As equações de taxa de crescimento eficiente de capital humano v^* em (46) e taxa de crescimento de equilíbrio v em (47) apresentam o crescimento respectivo para os pontos de eficiência e equilíbrio competitivo. O resultado apresentado na derivação exposta demonstra que o crescimento é potencializado a partir de incrementos da taxa de investimento em capital humano e decresce conforme a taxa de desconto é aumentada. Solução intuitiva do ponto de vista de agentes racionais, qualificando o papel do capital humano como motor do crescimento, em alternativa ao progresso tecnológico de Solow. Formalizando matematicamente e contribuindo de forma substancial à evolução do problema do desenvolvimento econômico designado por Lucas como: "explicar os padrões observados, para os vários países e ao longo do tempo, em termos de níveis e taxas de crescimento do rendimento *per capita*." Lucas (1988, p. 3).

4. RESULTADOS EMPÍRICOS NA LITERATURA

O objetivo deste capítulo é o de apresentar uma *survey* de três estudos empíricos que abordam o capital humano a partir de diferentes óticas. Em Barbosa Barbosa Filho, Pessôa e Veloso (2009) é proposta análise comparativa entre 1992 a 2007, utilizando medida específica de capital humano. É enfatizada a evolução deste fator de produção para o caso brasileiro e construção de medida específica que computa a participação e produtividade de forma distinta. Cangussu, Salvato e Nakabashi (2010) comparam as duas principais formas funcionais de mensuração do capital humano na literatura moderna, apresentado em Mankiw, Romer e Weil (1992) *versus* Mincer (1974). Estes encontram evidências a favor da especificação minceriana contra o modelo neoclássico ampliando. E por último o estudo a partir de dados em painel de Barro e Lee (2012), que utiliza anos de educação como variável chave para explicar diferenças no capital humano entre países. São ressaltados as

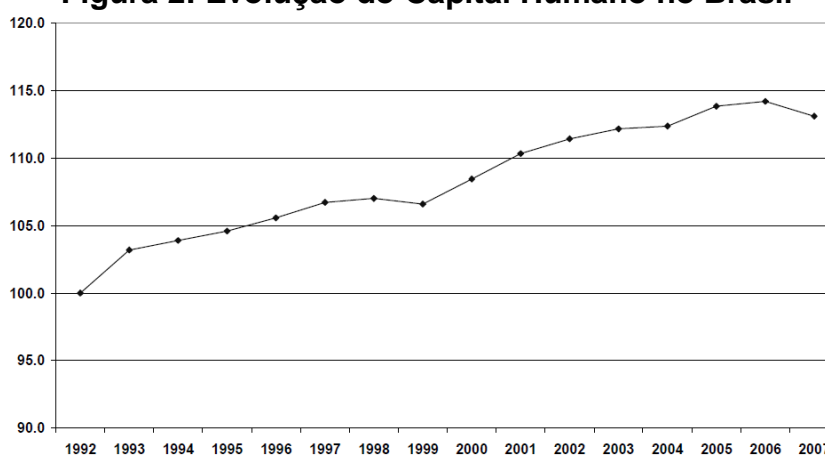
diferenças entre o resto do mundo e América Latina, foco da análise empírica no próximo capítulo.

Barbosa Filho, Pessôa e Veloso (2009) calculam a evolução do capital humano nos Estados Unidos e Brasil entre 1992 e 2007 a partir de microdados. Apresentam medida específica de mensuração do capital humano, dividindo este em dois componentes diferenciados. O fator produtividade, que avalia o retorno de mercado do capital humano, e o fator participação, que mensura o estoque de capital humano de cada classe de trabalhadores dada determinada combinação de escolaridade e experiência. O componente produtividade mensura o valor pago a cada ano adicional da combinação entre educação e experiência, enquanto o componente participação representa o peso de cada segmento escolar e experiência nas horas trabalhadas.

O impacto de anos de estudo e experiência é ponderado no ganho salarial, ajuste que permite captar em ambos componentes a influência sobre a produtividade. A metodologia de Katz e Murphy (1992) utilizada permite concluir que mudanças na oferta de trabalho explicam a dinâmica de remuneração do capital humano para o Brasil. Embora nos Estados Unidos a oferta e demanda afetem fortemente esta relação.

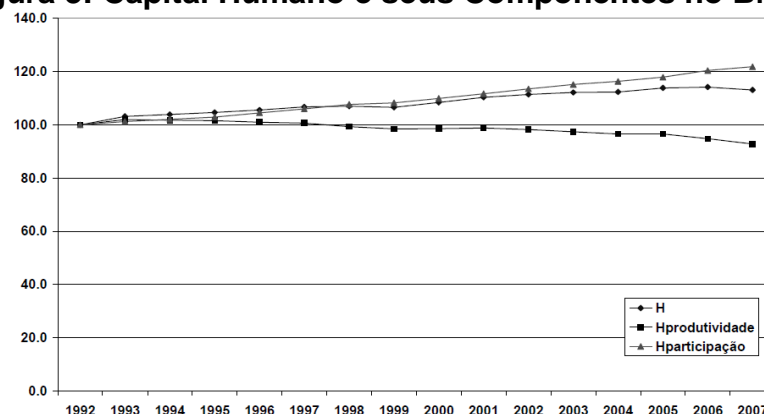
Com ênfase nas características de evolução do capital humano no Brasil entre 1992 e 2007, são apresentados alguns dos resultados encontrados por Barbosa Filho, Pessôa e Veloso (2009).

Figura 2: Evolução do Capital Humano no Brasil



Fonte: Barbosa Filho, Pessôa e Veloso (2009)

O estoque de capital humano no Brasil exibe pequena disposição de crescimento entre 1992 e 2007. O aumento do capital humano é de aproximadamente 13% apesar de taxa de crescimento inferior a 1% ao ano. E demonstra uma evolução persistente embora tênue para o período observado.

Figura 3: Capital Humano e seus Componentes no Brasil

Fonte: Barbosa Filho, Pessôa e Veloso (2009)

A Figura 3 e Tabela 1 expõem os resultados da decomposição do capital humano nos componentes de produtividade e participação entre 1992 e 2007 para economia brasileira. O componente participação é o principal responsável para elevação do estoque de capital humano brasileiro no período. O crescimento deste componente é de aproximadamente 1,25% ao ano, embora o componente produtividade demonstre redução substancial a partir de 1997.

Tabela 1: Decomposição do Capital Humano por Subperíodos - Brasil

	Varição de H	H ^{produtividade}	H ^{participação}
1992-1995	0.015	0.005 (36.2%)	0.010 (63.8%)
1995-1999	0.005	-0.008 (-166.4%)	0.013 (266.4%)
1999-2003	0.017	-0.003 (-18.5%)	0.020 (118.5%)
2003-2007	0.002	-0.012 (-562.5%)	0.014 (662.5%)
1992-1999	0.009	-0.002 (-20.3%)	0.011 (120.3%)
1999-2007	0.007	-0.007 (-95.0%)	0.014 (195.0%)
1992-2007	0.008	-0.004 (-52.2%)	0.012 (152.2%)

Fonte: Barbosa Filho, Pessôa e Veloso (2009)

A Tabela 1 descreve a decomposição do crescimento do capital humano em subperíodos. O crescimento deste no Brasil é fortemente influenciado pelo crescimento do fator participação, principalmente nos subperíodos entre 1992 e 2003. Assinalando aumento do percentual de pessoas com maior escolaridade e experiência na força de trabalho. Enquanto o fator produtividade apresenta decréscimo em diversos períodos. Uma vez que a maior oferta de trabalhadores com combinação maior de educação e experiência reduz o ganho do grupo, apesar da elevada taxa de retorno da educação no Brasil.

Cangussu, Salvato e Nakabashi (2010) apresentam um exame sobre a forma como a acumulação de capital humano afeta o PIB *per capita* brasileiro, entre 1980 e 2002. Comparando duas principais formas funcionais de mensuração, de

Mankiw, Romer e Weil (1992) contra Mincer (1974). O retorno marginal estimado da educação é de 15%, resultados que amparam a teoria de capital humano abordado neste trabalho como fundamental na determinação do nível de renda.

O confronto das duas especificações, MRW⁸ *versus* Mincer, através do teste Box-Cox e utilização de diferentes métodos econométricos de mensuração exhibe resultados a favor da especificação minceriana. O modelo exposto em MRW (1992) com capital humano na função de produção em nível é rejeitado uma vez que a especificação proposta por Mincer (1974), com capital humano na forma exponencial, parece ser a que explica melhor o impacto deste no PIB *per capita* dos Estados brasileiros. O retorno para educação mensurado pelo método minceriano, é de 15,4%, quase o dobro dos 8% encontrado em Ferreira, Issler e Pessôa (2004).

A análise de dados em Cangussu, Salvato e Nakabashi (2010) destaca conclusão relevante para estados brasileiros. A de que aqueles que alcançaram maiores níveis de escolaridade obtiveram melhoras no produto *per capita*. Conclusão presente também em Nakabashi e Salvato (2007), que apontam o capital humano como fundamental para explicar diferenças de renda entre estados.

A estimação utilizando MRW para os estados brasileiros é apresentada a seguir e o método de efeitos fixos mostra-se o mais apropriada segundo estudo de Cangussu, Salvato e Nakabashi (2010).

Tabela 2: Equação de MRW para os estados Brasileiros (1980-2002)

Variáveis	Variável dependente: \ln da renda <i>per capita</i>							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) ^f	(7) ^f	(8) ^f
$LN\hat{k}_{it}$	0.111 (16.31)***	0.070 (4.64)***	0.091 (6.95)***	0.114 (16.45)***	0.153 (4.47)***	0.157 (7.88)***	0.083 (7.66)***	0.111 (4.21)***
$LN\hat{h}_{it}$	1.752 (33.25)***	0.244 (3.33)***	0.477 (6.61)***	1.786 (33.31)***	0.396 (4.19)***	0.691 (7.86)***	1.225 (14.20)***	1.754 (8.63)***
$LN\hat{m}_{it}$	0.017 (0.48)	0.158 (6.00)***	0.175 (6.36)***	0.017 (0.50)	0.183 (6.38)***	0.206 (7.02)***	0.053 (1.74)*	0.017 (0.13)
T	-0.036 (-12.46)***	0.003 (1.53)	-0.002 (-1.03)	-0.037 (-12.67)***	-0.003 (-0.96)	-0.009 (-3.45)***	-0.021 (-5.68)***	-0.036 (-4.83)***
C	68.702 (12.02)***	-6.359 (-1.57)	3.796 (0.92)	70.306 (12.22)	4.263 (0.80)	15.445 (3.22)***	40.579 (5.52)***	68.429 (4.64)***
N	450	450	450	450	450	450	450	450
R^2 (ajustado)	0.79	-	-	0.79	-	-	0.66	-
R^2 (between)	-	0.59	0.69	-	0.44	0.61	-	-
R^2 (overall)	-	0.55	0.65	-	0.43	0.58	-	-
F^a	-	87.63	-	-	74.53	-	-	46.26
Prob > F	-	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000
Hausman ^b	-	226.33	-	-	89.04	-	-	-
Prob > χ^2	-	0.00	-	-	0.00	-	-	-
Endogeneidade \hat{h}_{it} ^c	-	19.77	-	-	-	-	-	-
Prob > F	-	0.00	-	-	-	-	-	-
Endogeneidade \hat{k}_{it} ^c	-	11.56	-	-	-	-	-	-
Prob > F	-	0.00	-	-	-	-	-	-
Teste de Sargan ^d	-	-	-	-	3.92	-	-	-
Prob > χ^2	-	-	-	-	0.42	-	-	-
Teste de Hansen ^e	-	-	-	-	-	-	-	22.47
Prob > χ^2	-	-	-	-	-	-	-	1.000

Fonte: Cangussu, Salvato e Nakabashi (2010)

⁸ Denominado Mankiw, Romer e Weil (1992).

Notas:

Regressões: (1) Mínimos Quadrados Ordinários (OLS). (2) Mínimos quadrados com Variável Dummy (LSDV). (3) Mínimos Quadrados Generalizados (GLS). (4) Mínimos Quadrados em Dois Estágios (2SLS). (5) Efeitos Fixos com a utilização de variáveis instrumentais. (6) Mínimos Quadrados Generalizados em Dois Estágios (G2SLS). (7) Mínimos Quadrados Generalizados Factível completo – estimador Prais-Winsten. (8) Painel Dinâmico: Arellano- Bond.

LNk é o logaritmo da variável *consumo de energia elétrica industrial*, LNh é o logaritmo da variável *anos de estudo da população com 25 anos e mais*, LNg é o logaritmo da *taxa de crescimento populacional*, t é o ano e C é a constante. Em parêntesis as estatísticas t. *** Significante a 1%; ** Significante a 5%; * Significante a 10%.

^aO teste F testa a hipótese de que todas as variáveis *dummies* sejam iguais a zero, i.e., MQO e efeitos fixos são consistentes, mas efeitos fixos é preferível. ^bTeste para Efeitos Fixos *versus* Efeitos Aleatórios: sob H_0 , painel com efeitos aleatórios é eficiente. A rejeição de H_0 implica que o método de efeitos fixos seja mais eficiente que efeitos aleatórios. ^cTeste de Durbin-Wu-Hausman para endogeneidade: sob H_0 , a regressão por MQO é consistente, i.e., não há presença de endogeneidade. ^dTeste de sobreidentificação das restrições: sob H_0 , os instrumentos utilizados são válidos. ^eTeste de Sargan não é robusto para painel dinâmico, por isso usamos um teste robusto: Teste de Hansen, sob H_0 , os instrumentos utilizados são válidos. ^f Instrumentos para as variáveis endógenas LNkit e LNhit : 3 defasadas das endógenas e a variável *latitude da unidade federativa*, além das variáveis exógenas (*crescimento populacional e ano*).

Na Tabela 2 os resultados apresentados utilizam a especificação ao nível de significância de 5% coluna (8). Na coluna (1) "pooled regression" em (2) a estimação com efeitos fixos, (3) estima os efeitos aleatórios, em (4) utilizado MQ2E e em (5) os efeitos fixos com variáveis instrumentais. Em (6) é obtido os resultados por MQG2E enquanto na coluna (7) é utilizado o estimador Prais-Winsten e em (8) os resultados do estimador Arellano-Bond para painéis dinâmicos.

As principais conclusões de Cangussu, Salvato e Nakabashi (2010) é que tanto o capital físico como humano apresentaram significância positiva e robusta na pesquisa. Assim como um impacto maior do capital humano em relação ao capital físico na determinação do PIB *per capita*. Resultado que indica uma complexa relação entre nível de renda e capital humano, além de apontar para um papel crucial do progresso técnico.

Na determinação pelo modelo de Mincer (1974), na Tabela 3, as soluções seguem o mesmo procedimento na especificação de MRW. Os efeitos fixos mostram-se novamente mais indicado para esta especificação contra MQO. Os resultados apresentados na Tabela 3 em cada coluna correspondem aos métodos utilizados na Tabela 2.

Ao comparar os resultados das Tabelas 2 e 3, a significância do coeficiente para capital físico não sofre relevante modificação. Este coeficiente se mostra expressivo para determinar o PIB *per capita*: incremento de 1% no capital físico aumenta o PIB *per capita* dos estados em 0,2%. Outra diferenciação relevante entre as especificações MRW *versus* Mincer é que a elevação de um ano de escolaridade, segundo coluna (5), faz aumentar a renda em percentuais próximos a 16%. Estimação com mesma amostra de Ferreira, Issler e Pessôa (2004) encontra retorno de apenas 8% para MRW, resultado que chama atenção dado o baixo nível

de escolaridade dos Estados brasileiros, uma expectativa de que a taxa de retorno educacional fosse maior.

As estatísticas baseadas no modelo de Mincer (1974) apresentam resultados mais robustos e coeficientes mais elevados. Dado que o próprio retorno da educação, decorrente de um ano adicional de escolaridade por este modelo, é o dobro do encontrado em MRW. Desta forma, não é rejeitada a hipótese de que a modelagem minceriana é a mais indicada para explicar a evolução e retorno do capital humano para os estados brasileiros.

Tabela 3: Equação de Mincer para os estados Brasileiros (1980-2002)

Variáveis	Variável dependente: \ln da renda per capita							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) ^g	(7) ^g	(8) ^g
LNk_{it}	0.113 (16.93)***	0.072 (4.73)***	0.091 (6.94)***	0.116 (17.07)***	0.199 (5.43)***	0.174 (8.52)***	0.092 (8.58)***	0.113 (4.44)***
h_{it}	0.384 (33.98)***	0.071 (3.74)***	0.130 (7.17)***	0.394 (34.11)***	0.154 (4.64)***	0.235 (8.92)***	0.285 (15.48)***	0.383 (8.25)***
LNn_{it}	0.004 (0.12)	0.146 (5.56)***	0.150 (5.53)***	0.001 (0.04)	0.170 (5.74)***	0.170 (5.65)***	0.054 (1.71)*	0.006 (0.05)
T	-0.035 (-12.50)***	0.001 (0.51)	-0.005 (-2.20)**	-0.036 (-12.82)***	-0.011 (-2.72)***	-0.018 (-5.67)***	-0.023 (-6.23)***	-0.035 (-4.49)***
C	68.278 (12.17)***	-2.343 (-0.50)	9.769 (2.15)**	70.593 (12.48)***	20.547 (2.61)***	34.099 (5.52)***	44.057 (6.10)***	67.687 (4.35)***
N	450	450	450	450	450	450	450	450
R^2 (adj.)	0.79	-	-	0.79	-	-	0.68	-
R^2 (between)	-	0.66	0.75	-	0.51	0.71	-	-
R^2 (overall)	-	0.62	0.71	-	0.49	0.68	-	-
F^a	-	85.10	-	-	64.81	-	-	51.72
Prob > F	-	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000
Hausman ^b	-	89.56	-	-	26.92	-	-	-
Prob > χ^2	-	0.00	-	-	0.00	-	-	-
BOX-COX $\theta = 0^c$	14.41	5.22	-	-	-	-	-	-
Prob > χ^2	0.00	0.02	-	-	-	-	-	-
BOX-COX $\theta = 1^c$	1.24	0.01	-	-	-	-	-	-
Prob > χ^2	0.26	0.93	-	-	-	-	-	-
Endogeneidade h_{it}^d	-	28.57	-	-	-	-	-	-
Prob > F	-	0.00	-	-	-	-	-	-
Endogeneidade k_{it}^d	-	13.27	-	-	-	-	-	-
Prob > F	-	0.00	-	-	-	-	-	-
Teste de Sargan ^e	-	-	-	-	8.99	-	-	-
Prob > χ^2	-	-	-	-	0.06	-	-	-
Teste de Hansen ^f	-	-	-	-	8.99	-	-	23.18
Prob > χ^2	-	-	-	-	0.06	-	-	1.000

Fonte: Cangussu, Salvato e Nakabashi (2010)

Notas:

Regressões: (1) Mínimos Quadrados Ordinários (OLS). (2) Mínimos quadrados com Variável *Dummy* (LSDV). (3) Mínimos Quadrados Generalizados (GLS). (4) Mínimos Quadrados em Dois Estágios (2SLS). (5) Efeitos Fixos com a utilização de variáveis instrumentais. (6) Mínimos Quadrados Generalizados em Dois Estágios (G2SLS). (7) Mínimos Quadrados Generalizados Factível completo – estimador Prais-Winsten. (8) Painei Dinâmico: Arellano- Bond. LNk é o logaritmo da variável *consumo de energia elétrica industrial*, h é o logaritmo da variável *anos de estudo da população com 25 anos e mais*, LNn é o logaritmo da *taxa de crescimento populacional*, t é o ano e C é a constante. Em parêntesis as estatísticas t . *** Significante a 1%; ** Significante a 5%; * Significante a 10%.

^aO teste F testa a hipótese de que todas as variáveis *dummies* sejam iguais a zero, i.e., MQO e efeitos fixos são consistentes, mas efeitos fixos é preferível. ^bTeste para Efeitos Fixos *versus* Efeitos Aleatórios: sob H_0 , painel com efeitos aleatórios é eficiente. A rejeição de H_0 implica que o método de efeitos fixos seja mais eficiente que efeitos aleatórios. ^cTeste para determinação da melhor especificação para função de produção. Sob H_0 : $\theta = 0$. ^{c'} Teste para determinação da melhor especificação para a função de produção. Sob H_0 : $\theta = 1$. ^dTeste de Durbin-Wu-Hausman para endogeneidade: sob H_0 , a regressão por MQO é consistente, i.e., não há presença de endogeneidade. ^e Teste de

1950	1588	47.2	38.1	18.8	12.5	6.0	2.2	1.1	3.17
1960	1831	42.5	38.4	19.1	16.3	8.1	2.7	1.4	3.65
1970	2221	35.6	38.1	20.2	22.4	11.4	3.9	2.0	4.45
1980	2761	30.6	33.0	17.8	30.5	12.4	6.0	3.1	5.29
1990	3413	25.5	30.5	17.5	35.6	16.1	8.3	4.4	6.09
2000	4064	20.1	27.5	17.5	41.8	21.5	10.6	5.9	6.98
2010	4759	14.8	25.2	17.6	48.0	26.1	11.9	6.7	7.76
América Latina e Caribe (25)									
1950	98	45.9	46.6	15.5	6.5	3.0	1.0	0.6	2.57
1960	124	39.1	49.7	17.6	9.6	4.2	1.5	1.0	3.07
1970	161	30.2	52.4	20.3	14.9	6.1	2.5	1.5	3.82
1980	215	22.5	52.6	15.4	19.5	8.3	5.3	3.0	4.60
1990	278	16.5	48.6	15.7	26.9	12.2	8.0	4.5	5.79
2000	351	12.2	41.9	23.3	35.9	18.0	9.9	5.7	7.13
2010	425	7.7	34.5	22.3	45.1	25.3	12.6	7.1	8.26

Fonte: Barro e Lee (2012)

A tabela 4 mostra a estimativa média de 7,76 anos de escolaridade para toda amostra em 2010, que evolui de 3,17 anos em 1950 e de 5,29 anos em 1980. Enquanto que a estimativa média da América Latina evolui de 2,57 anos de educação em 1950 para 8,26 anos em 2010. Um crescimento explicado por políticas de universalização do acesso à educação na maioria dos países desta amostra.

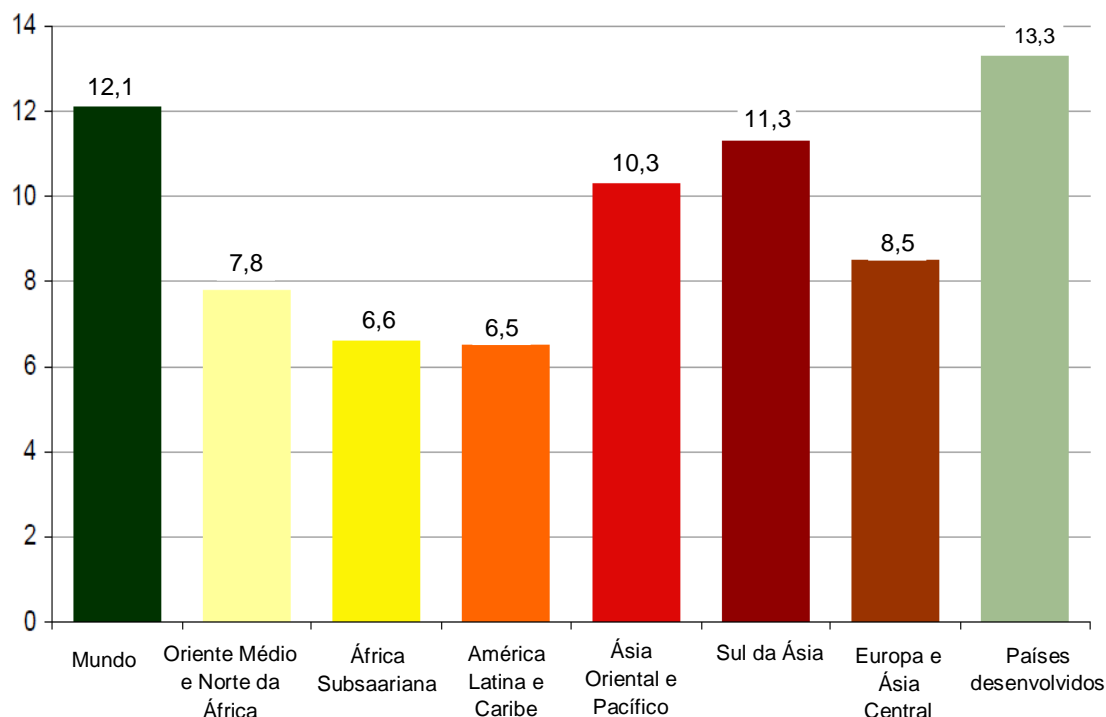
Melhorias nos índices de conclusão e matrículas em todos os níveis, para América Latina, contribuíram para aumento da média de anos de escolaridade à medida que os indivíduos se tornam mais velhos, impactando positivamente sobre estimativas. O maior avanço da média em anos de escolaridade é relatado entre 1970 à 2000, em que a estimativa parte de 3,82 para 7,13 anos na América Latina. Enquanto que a média de escolaridade mundial vai de 4,45 anos em 1970 para 6,98 anos em 2000.

A Figura 4 apresenta estimativa média de escolaridade entre 1960 a 2000 para diversos países. Compara esta medida com o conceito de qualidade educacional, usando padronização e combinação, baseado em testes de ciência encontrados em Hanushek e Woessmann (2009). Uma abordagem mais realista, uma vez que o nível de escolaridade não leva em conta as habilidades e experiências adquiridas.

Os resultados indicam alta correlação entre medidas de capital humano e nível educacional, embora o fator qualitativo do capital humano seja bastante diversificado mesmo para países com mesmos níveis de escolaridades. O eixo horizontal mensura a média de anos de escolaridade e indica que quanto mais à direita se situa o país maior o nível de escolaridade aferido. Enquanto que o eixo vertical avalia o fator qualitativo por meio da *proxy* de testes internacionais, quanto maior o nível encontrado nestes testes mais alta a posição do país no gráfico.

Comparando o resultado encontrado para o Brasil e Chile, verifica-se que o Brasil apresenta uma posição abaixo da média para ambos os parâmetros

Figura 5: Taxa de retorno de ano adicional de escolaridade, por região



Fonte: Barro e Lee (2012)

Portanto o primeiro trabalho analisado neste capítulo, de Barbosa Filho, Pessoa e Veloso (2009), constrói um método de cálculo do capital humano que considera a produtividade marginal e decompõe este fator em produtividade e participação. Resultados da dinâmica de remuneração indicam uma dependência da oferta de capital humano e uma expansão da oferta de mão de obra qualificada responsável pela queda de produtividade, para economia brasileira. A explicação apresentada pelos autores é o fato de a universalização da educação resultar em elevação da componente participação, sendo compensada pela queda da componente produtividade. O segundo trabalho empírico abordado, de Cangussu, Salvato e Nakabashi (2010), apresenta um confronto das duas especificações da função de produção para estados brasileiros e utiliza diversas metodologias que permite confrontar os modelos MRW e minceriano. Com resultados que apontam para o modelo de Mincer como mais adequado e que apresenta melhor suporte à teoria do capital humano na explicação da taxa de crescimento da renda *per capita*. Por último o artigo de Barro e Lee (2012) desagrega banco de dados de 146 países permitindo criar uma *proxy* razoável de capital humano e comparar o retorno da educação entre as regiões do estudo. Este capítulo chama atenção para a América Latina por ser o foco de pesquisa nos capítulos seguintes, uma análise empírica e comparativa entre os níveis de capital humano e produtividade do Brasil e Chile.

5. METODOLOGIA

O objetivo deste capítulo é o de apresentar o modelo de crescimento e parametrização utilizada, que permite capturar o impacto do fator capital humano no Brasil e Chile. Assim como o método de construção das séries, decomposição do crescimento e comparação das trajetórias, tomando a economia norte-americana como norma na análise da produtividade para o período entre 1970 a 2010. O motivo da escolha de estudo a partir de 1970 está relacionado à disponibilidade de dados necessários para realizar comparações com trabalhos que utilizam o mesmo período de início como Ferreira, Ellery Jr e Gomes (2008). Uma vez que a taxa de crescimento para Brasil¹⁰, do período 1950 a 1959, dependeria de extrapolação para trás com base em 1960 a 1965. E 2010 é o último ano em que há disponibilidade de dados para todas as séries. É realizado também comparação com a literatura objetivando verificar semelhanças e diferenças na parametrização encontrada neste trabalho. Os dados utilizados na decomposição do crescimento com capital humano e tabelas resumo são apresentados em **anexo**.

5.1 BASE DE DADOS

A principal base de dados utilizada é a Penn-Word Table versão 7.1 (PWT, 2012)¹¹. Que oferece séries temporais das contas nacionais com paridade de poder de compra a preços constantes em US\$ de 2005, transformados em preços internacionais para 189 países. Esta metodologia permite ajustar discrepâncias no custo de vida e confrontar dados reais entre diversas economias.

Este banco de dados é desenvolvido e mantido por pesquisadores da Universidade da Califórnia, Universidade de Groningen e Universidade da Pensilvânia. O período coberto vai de 1950 à 2010 e a versão utilizada permite comparar relações entre PIB *per capita*, capital, produtividade, emprego e população. O benefício de utilizar a paridade de poder de compra, referida como PPP, resulta da utilização de preços detalhados dentro de cada país em diferentes classes de despesas. Estes preços são ajustados a um nível relativo global baseado em dados publicados pelo Banco Mundial, como parte do Programa de Comparação

¹⁰ Gomes, Pessôa e Veloso (2003) realizam esta transformação permitindo estimar dados da PEA para o período entre 1950 a 1959, além de interpolação em anos sem dados disponíveis.

¹¹ A versão 7.1 está disponível desde 30 de Novembro de 2012 em <http://www.ggdnet.net/pwt>. Para maiores informações ver Heston, Summers e Aten (2012).

Internacional (ICP). Ao confrontar com outras bases de dados, como do Banco Mundial, a PWT 7.1 tem a vantagem de possuir mais variáveis e uma abrangência temporal maior, diferença relevante na comparação entre países.

A série de PIB real (Y_{it}) foi calculada a partir do produto do PIB real *per capita* e população (N). Também foram utilizadas na construção das séries de contabilidade do crescimento as variáveis: Percentual do PIB real alocado em investimento, o PIB por trabalhador a preços constantes de 2005 ponderado pelo índice de Laspeyres e PIB real *per capita* com base no mesmo índice. O investimento bruto (I) foi computado pelo produto do PIB real vezes o investimento convertido em paridade de poder de compra a preços constantes de 2005. A força de trabalho (L) foi mensurada a partir da razão do PIB real e o PIB por trabalhador ponderado pelo índice de Laspeyres a preços constantes de 2005.

O outro banco de dados utilizado foi Barro-Lee, na obtenção de anos médios de escolaridade da PEA ¹², descrita em Barro e Lee (2012). Este conjunto de informações permite uma visão abrangente da distribuição da escolaridade para capital humano entre diversas faixas etárias, foi utilizado dados para o intervalo entre 1970 à 2010. A disponibilidade é quinquenal, sendo necessário o emprego de interpolação linear simples com objetivo de uniformizar e permitir estimação da série de capital humano, a partir da definição encontrada em Bils e Klenow (2000).

A análise, a partir da estimação da Produtividade Total dos Fatores (PTF), tem como núcleo a economia brasileira. A comparação do Brasil com o Chile permite entender até que ponto as trajetórias indicam peculiaridades típicas das economias latinas e diferenças nas taxas de crescimento tecnológico resultado de mudanças estruturais. Como ciclos econômicos a partir de planos conturbados, estrutura de incentivos, abertura comercial e incremento educacional do período com a universalização do ensino básico. O comportamento da economia mundial é tomado como parâmetro de comparação, sintetizado no desempenho da produtividade norte-americana.

5.2 MODELO

O modelo utilizado incorpora o capital humano a partir da função de produção integrada, do tipo Cobb-Douglas. E atende as hipóteses de ser homotética e homogênea de grau um, dado pela soma de seus expoentes. Além de apresentar retornos marginais decrescentes dos fatores de produção, o que implica que na

¹² PEA: Compreende a mão de obra potencial com que o setor produtivo pode contar. Neste trabalho foi considerado população com 25 ou mais anos de idade.

utilização crescente de determinado insumo a influência no aumento da produção é incrementalmente reduzida.

Cada fator de produção é utilizado até o seu limite, condição em que sua produtividade marginal é nula e a contribuição incremental isolada deste não resulta em variação do produto. A função apresentada a seguir atende também a condição fundamental de derivadas parciais homogêneas de grau um, pressuposto que resulta em retornos constantes de escala. A implicação deste requisito é que caso os insumos sejam ajustados para determinado nível a produção também deve ser ajustada para o mesmo nível.

A análise da participação do capital humano é baseada na função de produção apresentada por:

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\theta} (H_{it} L_{it})^{1-\theta} \quad \text{com } 0 < \theta < 1 \quad (48)$$

Em que Y_{it} é o PIB real da economia i no ano t , K_{it} é o capital da economia i no ano t e L_{it} é o número de trabalhadores da economia i no ano t . O progresso técnico é simbolizado na equação através de A_{it} e captura o comportamento da PTF da economia enquanto θ é participação do capital na renda.

Presumindo que a educação afeta a produtividade a partir de enfoque minceriano, H_{it} representa nível de habilidade de trabalhador com h_{it} anos determinado por Bils e Klenow (2000) como:

$$H_{it} = e^{\phi(h_{it})} \quad (49)$$

Em que h_{it} representa os anos médios de escolaridade da PEA. Testes empíricos *cross-section* de países evidenciam relação decrescente entre escolaridade média e taxa de retorno da escolaridade e que função $\phi(h_{it})$ é côncava com os seguintes parâmetros:

$$\phi(h_{it}) = \frac{\theta}{1-\psi} h_{it}^{1-\psi} \quad \text{com } \theta > 0 \text{ e } 0 < \psi < 1 \quad (50)$$

Para Ferreira, Issler e Pessoa (2004) esta formulação log-linear tem a vantagem de se ajustar melhor aos dados. Uma configuração funcional que permite um mapeamento direto entre modelo e dados, acomodando ao molde macro os estudos empíricos.

5.3 PTF E CONTABILIDADE DO CRESCIMENTO

Fundamentado na função de produção apresentado em (48) o cálculo da PTF é obtido através de:

$$PTF_{it} = \frac{Y_{it}}{K_{it}^{\theta} (H_{it} L_{it})^{1-\theta}} \quad (51)$$

A estimação da PTF recobra informações que se deterioram nas análises de decomposição de crescimento convencionais, adicionando elementos relevantes para comparação entre economias. Esta formulação permite interpretar variações na produtividade dos fatores, sobretudo do capital humano foco deste trabalho, balizado pelo arcabouço teórico neoclássico. O que permite avaliar se a direção de determinada economia condiz com o resultado do crescimento ponderado encontrado.

A metodologia utilizada é de comparação entre Brasil e Chile, países latinos, tomando o comportamento da economia dos Estados Unidos como norma para o desempenho da economia mundial. Sendo esta decomposição logarítmica do crescimento frequentemente encontrada na literatura. A contribuição inventiva da decomposição apresentada neste trabalho é a comparação de economias latinas e a norte-americana com ênfase na relação do fator capital humano para explicar desempenhos distintos. Procedimento diferente do descrito em Gomes, Pessoa e Veloso (2003) que deduz da PTF dos países a da economia norte-americana, apresentando a evolução da produtividade dos fatores descontada (PTFD).

A contabilidade ou decomposição do crescimento para a função de produção (48) é computada com objetivo de se obter para cada período a contribuição quantitativa de cada componente descritos a seguir. A presença do capital humano permite descontar da parcela do capital físico a quantia induzida pelo progresso técnico e aumento da escolaridade média, metodologia apresentada por Mankiw, Romer e Weil (1992) e Klenow e Rodriguez-Clare (1997). Os pressupostos de formulação do modelo foram descritos com maior rigor de detalhes no Tópico 3.2 e equação (16) deste trabalho. A decomposição apresentada é do tipo logarítmica e permite computar em separado a evolução das seguintes taxas de crescimento: da produtividade, do estoque de capital físico, da força de trabalho e do nível de capital humano.

A partir da função de produção agregada é realizada a operação de divisão da equação (48) por $Y_{it}^{\theta} N_{it}$, o parâmetro N_{it} representa a população total.

$$\frac{Y_{it}}{N_{it}} = \left[\frac{Y_{it}}{K_{it}^{\theta} (H_{it} L_{it})} \right]^{\frac{1}{1-\theta}} \left[\frac{K_{it}}{Y_{it}} \right]^{\frac{\theta}{1-\theta}} (H_{it}) \left[\frac{L_{it}}{N_{it}} \right] \quad (52)$$

Onde $\frac{Y_{it}}{N_{it}}$ é o PIB *per capita* e $\left[\frac{Y_{it}}{K_{it}^{\theta} (H_{it} L_{it})} \right]^{\frac{1}{1-\theta}}$ simboliza a produtividade através da PTF. A relação capital-produto é $\frac{K_{it}}{Y_{it}}$, e a proporção de trabalhadores empregados é $\frac{L_{it}}{N_{it}}$. Substituindo (51) em (52) e empregando o logaritmo natural obtêm-se o modelo reconhecido na literatura como log-linear:

$$\ln \left[\frac{Y_{it}}{N_{it}} \right] = \frac{1}{1-\theta} \ln [PTF_{it}] + \frac{\theta}{1-\theta} \ln \left[\frac{K_{it}}{Y_{it}} \right] + \ln \left[\frac{L_{it}}{N_{it}} \right] + \ln [H_{it}] \quad (53)$$

Derivando (53) em relação a t é possível concluir que a soma ponderada do lado direito da equação, representado pelas taxas de variação da PTF, da relação capital produto, de trabalhadores empregados e do nível de capital humano, determinam a taxa de crescimento do produto *per capita*, lado esquerdo da equação. A principal contribuição inventiva deste trabalho reside na estimação dos coeficientes da série representada pela equação (53) para as economias escolhidas. O diferencial da modelagem empregada consiste no fato de recuperar informações fundamentais para análise empírica, sintetizado na taxa de crescimento do fator capital humano, que por vezes é subestimado nos modelos convencionais sem o emprego e desagregação deste fator.

5.4 ESTOQUE DE CAPITAL FÍSICO

O cálculo da série de estoque de capital físico é mensurado com base no Método do Inventário Perpétuo (MIP), como em Gomes, Pessôa e Veloso (2003) e Ferreira, Ellery Jr e Gomes (2008), dado por:

$$K_{t+1} = (1-\delta)K_t + I_t \quad (54)$$

Em que K_t representa o nível de capital do período t e K_{t+1} o nível no período seguinte. E δ a taxa de depreciação e I_t o investimento no período t . Esta equação indica que o estoque de capital físico no período $t+1$ é dado pelo estoque de capital no ano t , descontada a depreciação, adicionado do investimento no período t .

Para cálculo da série de estoque de capital é necessário estabelecer o nível de depreciação da economia, apresentado no Tópico 5.5, assim como o investimento em cada período e o nível de capital inicial. A série de investimento bruto I_t é obtida através do produto do PIB real e o investimento convertido em PPP a preços constantes de 2005, disponível na PWT 7.1. Como este método depende de estoque inicial de capital, K_0 , este é construído a partir de procedimento diferenciado sugerido nos trabalhos de Gomes, Pessôa e Veloso (2003) e Ferreira, Pessôa e Veloso (2010):

$$K_0 = \frac{I_0}{(1+g)(1+n) - (1-\delta)} \quad (55)$$

Supondo economias em trajetória de crescimento balanceado no período inicial. A variação do capital físico inicial é igual ao investimento bruto inicial, I_0 , ponderado por g , taxa do progresso técnico, n , taxa de crescimento populacional subtraída δ , a depreciação Gomes, Pessôa e Veloso (2003).

5.5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Este tópico apresenta os parâmetros estabelecidos para o modelo, bem como algumas referências de fundamentação teórica para as escolhas. Para a participação do capital na renda supõe-se $\theta = 0,4$ encontrada em Gomes, Bugarin e Ellery Jr (2005). Como o foco da análise é a economia brasileira, segundo Gomes, Pessôa e Veloso (2003) a escolha de θ com valor constante igual a 40% reflete a participação do capital na produção observado no Brasil na década de 1990. Este valor de participação baseado em Gomes, Lisboa e Pessôa (2002) é obtido a partir de dados da segunda metade da década de 1990, embora a produtividade para diferentes países seja diversa no mesmo período. Ferreira, Issler e Pessôa (2004) demonstram que ao se controlar a variabilidade de produtividade destas economias, esta se mantém próxima a 40%, o que corrobora para a escolha desta especificação na amostra utilizada.

No cálculo do estoque de capital humano foram utilizados os parâmetros $\theta = 0,32$ e $\psi = 0,58$ para calibrar a função $\phi(h_{it})$. Estes são baseados

em Bils e Klenow (2000) que levam em consideração o impacto deste fator através da escolaridade média na função de produção. Esta hipótese permite inferir que a educação afeta a produtividade.

Na mensuração do estoque de capital físico é adotado $\delta = 5\%$ para depreciação, valor baseado em Ferreira e Rossi (2003) e Filho (2001). Supondo que este parâmetro seja o mesmo em outras economias. Gregorio e Lee (1999) ao mensurar a PTF para países da América Latina utilizam também essa mesma taxa intermediária de depreciação. É relevante explicitar que esta escolha reflete exclusivamente uma decisão econômica, sendo encontrada na literatura variações entre 1,85% em Gomes, Pessôa e Veloso (2003) na decomposição alternativa do crescimento até 16% em Ellery Jr., Gomes e Sachsida (2002). A utilização de taxas de depreciação menores que a média da literatura em geral reflete a consideração da pesquisa em expor a PTF como determinante no crescimento do produto. Na falta de dados detalhados sobre o estoque de capital dos países analisados, considera-se uma taxa média, sendo o mais indicado para o objetivo deste trabalho. É verificado que se $\delta = 5\%$, o estoque de capital é exaurido em média em duas décadas.

Para o cálculo do estoque inicial de capital conforme (55) foi empregado os seguintes parâmetros, taxa de crescimento tecnológico $g=1,53$, que representa o progresso técnico ajustado para economia americana entre 1950 e 1972 segundo Gomes, Pessôa e Veloso (2003), utilizada para todos os países da amostra. O emprego desta taxa não deve ser confundida com a análise da PTF Descontada, relação que desconta do crescimento do fator tecnológico dos países o encontrado na economia americana e emprega o mesmo parâmetro g . Esta metodologia não faz parte do escopo deste trabalho, sendo aplicado a taxa de progresso tecnológico apenas na construção do valor do capital inicial. E para o valor de n foi tomado a média simples da taxa de crescimento populacional entre 1970 a 2010 de cada país. Esta metodologia diferenciada permite calcular o estoque inicial do capital K_0 apenas em função das taxas de progresso técnico, g , crescimento populacional, n , e depreciação δ .

Outra metodologia não abordada neste trabalho é a especificação em que é suposto uma relação fixa para o fator capital-produto e a partir desta relação é possível obter o valor do capital inicial. Bertussi (2005) usa $\frac{K}{Y} = 2$ uma aproximação do valor encontrado em Morandi e Reis (2003) para os Estados Unidos em 1950. Com base neste parâmetro obtêm-se o estoque de capital inicial da economia brasileira em 1970. Os valores encontrados para o Brasil por Morandi e Reis (2003) são 1,94 em 1950 e 3,22 em 2000. Enquanto Gomes, Pessôa e Veloso (2003) encontram 2,7 para 2000. É reconhecido na literatura que os parâmetros da relação capital-produto e de (53) para cálculo do estoque inicial de capital não provocam efeitos significativos nos resultados, dado que a uma taxa de depreciação $\delta = 5\%$ o estoque de capital é esgotado em média em duas décadas.

6. RESULTADOS OBTIDOS

O objetivo deste capítulo é decompor o crescimento com capital humano do Brasil e Chile e comparar a evolução do crescimento tecnológico através do cálculo da Produtividade Total dos Fatores (PTF) de ambas as economias. São expostos os resultados mais importantes da análise comparativa da PTF tomando os Estados Unidos como norma para o crescimento do período entre 1970 a 2010. É apresentado também um modelo de crescimento que permite analisar de forma separada a trajetória e evolução do capital humano para o Brasil e Chile. Possibilitando relacionar-se o papel deste fator, em países com níveis desiguais de desenvolvimento, é suficiente para explicar diferenças nas taxas de crescimento do PIB *per capita* quando comparado à economia norte-americana.

6.1 PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES

Este tópico exhibe a evolução da PTF para o Brasil e Chile, além de comparar resultados com o da economia norte-americana, que sintetiza o crescimento do progresso técnico mundial. Para uma interpretação dos resultados apresentados é necessário entender o conceito da PTF como medida resíduo, ou seja, a proporção do produto não explicado pelo capital físico, capital humano e fator trabalho. Sendo definida também como medida do nível de progresso tecnológico de uma economia. A estatística apresentada resulta da construção do modelo neoclássico e estudo detalhado sobre evolução da PTF a partir de 1970 para estas economias, os resultados encontrados se mostram robustos por serem amplamente documentados em trabalhos com metodologias semelhantes. Os dados descritos neste tópico são resultados de elaboração própria e anteriores à decomposição do crescimento, sendo o fator tecnológico medido na forma da equação (51).

O papel da acumulação do capital humano como relevante no crescimento econômico é extensamente abordado em literatura indicada por este trabalho. Embora a forma como se relaciona com o crescimento e o nível de importância desprendido a este dependa da especificação de cada modelo. Os impactos indiretos sobre o crescimento da renda são mensurados como o efeito do capital humano sobre o avanço tecnológico, um ingrediente essencial para obtenção desta e desenvolvida em períodos anteriores. Para modelos neoclássicos como de Mankiw, Romer e Weil (1992) o progresso técnico, mensurado através da PTF, é o principal fator explicativo na determinação do crescimento e renda no longo prazo, sendo o capital humano parte indissociável na evolução deste processo Hulten (2001).

O gráfico na Figura 6 apresenta a evolução da PTF do Brasil antes de da realização da decomposição do crescimento. É amplamente discutido na literatura o comportamento da economia brasileira após o milagre econômico, período entre 1968 a 1973, em que a taxa média de crescimento do produto é de 11,1% a.a segundo dados do IBGE. O período analisado por este trabalho parte do final do milagre econômico apresentando na primeira etapa um crescimento vertiginoso até 1974. Os dados apresentados neste tópico são resultantes da mensuração da PTF antes de realizar ponderações da contabilidade do crescimento, tomando 1970 como ano base. O comportamento da PTF brasileira para período entre 1974 a 1980 expõe evidentes oscilações, explicada sobretudo por influência de choque externos, como os do petróleo em 1973 e 1979. O crescimento da PTF para período entre 1970 e 1979 é de 49,1%, quando decomposto para o período entre 1970 a 1974 é de 37,7% e 11,57% apenas, entre 1975 a 1979. Resultado encontrado também por Ferreira, Ellery Jr e Gomes (2008) que afirmam que a produtividade brasileira atinge seu pico em 1973 e depois cai na década seguinte até atingir 54% do nível de 1970. A queda da PTF pós 1980 é amplamente documentada através de diversas metodologias, indicando robustez dos resultados encontrados neste trabalho.

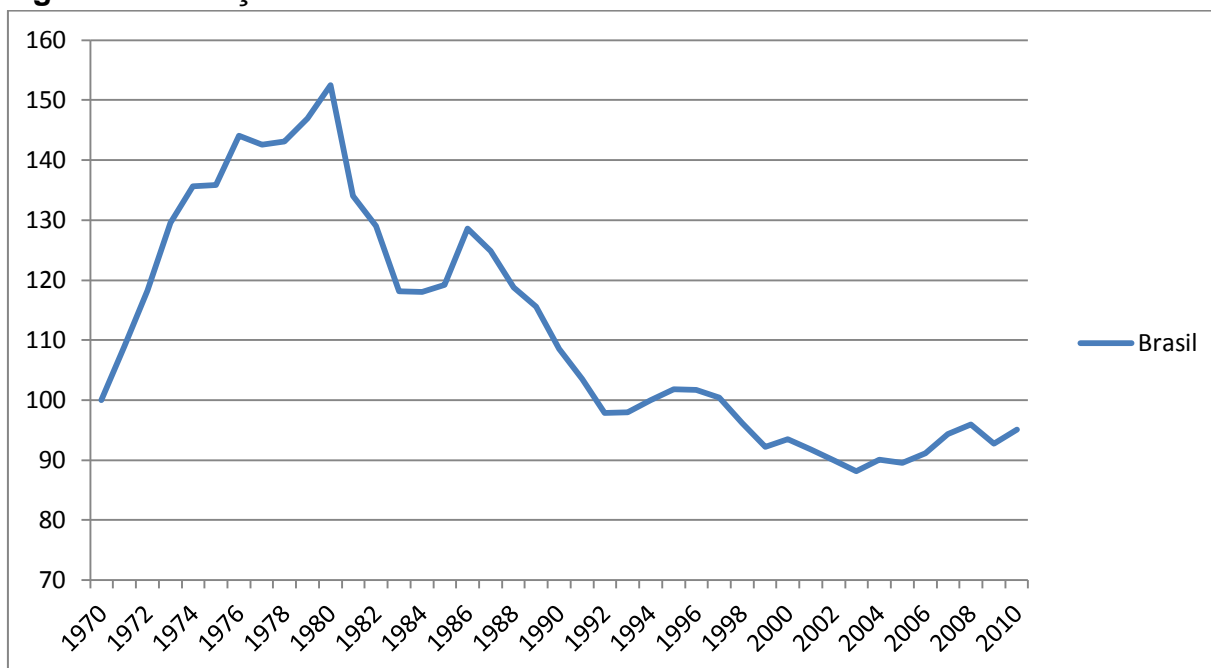
A década de 1980 é caracterizada por evidente tendência decrescente, período em que a economia brasileira apresentou intenso processo de estagnação. A taxa média de queda do produto *per capita* para década é de (-6,58%), segundo dados da PWT 7.1. Explicações convencionais associam o comportamento de queda da economia brasileira a possíveis descontroles fiscais e monetários. Como apresentado na Figura 6 o comportamento do produto *per capita* pode ser associado a trajetória da produtividade sintetizado pela PTF. A queda estimada da produtividade para década de 1980 é de (-35,46%), uma variação substancial da eficiência agregada da economia brasileira baseado no modelo neoclássico. Bugarin, Ellery Jr, Gomes e Teixeira (2002) também analisam o desempenho da PTF brasileira e encontram intensa queda para esta década. Ferreira, Ellery Jr e Gomes (2008) expõem resultados semelhantes, estes utilizam diferentes metodologias para cálculo da PTF indicando robustez no comportamento de queda deste fator entre 1980-89.

O período entre 1990 a 1999 apresenta tendência declinante da PTF, embora entre 94 e 98 é evidente um leve crescimento deste fator. É nesta década que são introduzidas importantes reformas estruturais na economia brasileira, como abertura comercial e estabilização de preços com o Plano Real. A evolução da PTF para década é da ordem de (-16,47%), sendo ainda uma questão sem consenso porque este fator continua a cair empurrando para baixo o crescimento estimado do PIB *per capita* do período. Para Bugarin, Ellery Jr, Gomes e Teixeira (2002) a queda da PTF nos anos 90 representa uma surpresa, dado o intenso processo de liberalização e privatização ocorrido. É importante destacar que não é objetivo deste

trabalho apontar as principais fontes de estagnação da economia brasileira e seu desempenho frágil em relação à produtividade.

A evolução da PTF para década de 2000 é de apenas 1,83% e pode ser dividido em dois importantes períodos com diferentes características. Entre 2000 e 2003 observa-se uma queda de (-5,51%) acentuada no biênio 2002-2003. Acompanhado por um crescimento de apenas 5,37% entre 2004 a 2010. Para o acumulado entre 1970 e 2010 a variação é somente de (-0,84%), este resultado indica que ao desconsiderar oscilações das últimas quatro décadas o resíduo de progresso tecnológico brasileiro é menor do que o encontrado em 1970.

Figura 6: Evolução da PTF brasileira



Fonte: Elaboração Própria

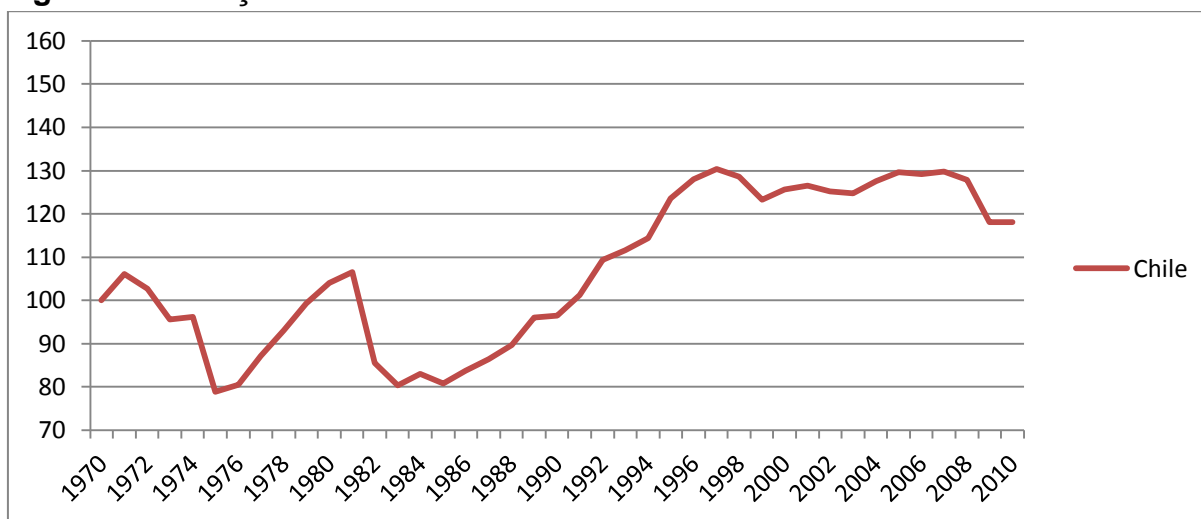
O gráfico da Figura 7 expõe a evolução da PTF do Chile antes de se realizar a decomposição do crescimento. O período de análise inicial entre 1970 a 1979 cobre momento conturbado desta economia, assim como outros países latinos há uma intensa ruptura no programa de substituição de importações com influência direta sobre a produtividade estimada. Este intervalo é caracterizado por alta na inflação e juros além de comportamento errático do fator tecnológico influenciado sobretudo por baixo crescimento econômico Bitrán e González (2010). É possível dividir o comportamento da PTF nesta década em 3 períodos com características distintas, primeiro no biênio 1970-71, é verificado crescimento de 6,28%. Entre 1972 e 1975 há uma queda acentuada de (-22,18%) momento acompanhado por intenso choque do petróleo. Para o quadriênio 1976-1979 a variação é de apenas (-0,98%), enquanto a década acumula crescimento de 2,46%.

A década de 1980 é marcada por dois movimentos distintos da PTF. O primeiro é uma queda acentuada entre 1980 a 1985 na ordem de (-21,86), influenciado sobretudo pela conjuntura externa. Segundo Magendzo e Villena (2012) o aumento brusco dos juros dos Estados Unidos em 1982 resulta em intensa aversão ao risco de investidos e encarecimento do principal canal de financiamento, o crédito internacional. A PTF neste período sofre os reflexos do cenário internacional com destaque para influência da queda no preço das *commodities*. Entre 1982 e 1985 há um aumento relevante da dívida externa, inflação, desemprego. Que é analisado neste trabalho a partir de arcabouço neoclássico, baseado no comportamento da PTF. O segundo movimento da década é do crescimento vertiginoso do resíduo tecnológico entre 1986 e 1989 de 13,35%. Esta variação positiva é resultado de políticas econômicas implementadas no país desde 1973. Com destaque para o ajuste do pólo dinâmico estrutural da economia para o setor exportador e melhora do cenário externo.

A "idade de ouro" da PTF chilena é representado na Figura 7 entre 1985 a 1997, em que o crescimento deste fator é de 54,37% influenciado por crescimento econômico contínuo. Há um consenso que este é resultado das reformas estruturais nos anos 70 e 80 com destaque para o papel das privatizações, abertura comercial e desenvolvimento do mercado de capitais. Além de fortalecimento institucional com ênfase na competitividade, cenário externo favorável e aumento do capital humano Gonzáles e Urruti (2010).

Após período de destaque do crescimento do resíduo técnico a taxas expressivas, há uma evidente estagnação perceptível que cobre o período entre 1998 a 2010. A queda entre 2000 e 2010 é de (-7,63%) enquanto o acumulado para todo o período do estudo é de 27,36%. As explicações para o estaque da PTF nas últimas décadas é amplamente abordada na literatura, diversos trabalhos formulam uma série de hipóteses. Embora exista pouca evidência sobre o poder de explicação de cada um destes. Alvarez e Lopes (2005), a partir de dados da produtividade da indústria de transformação, concluem que a relação entre produtividade e alguns segmentos da economia chilena é dado por um fenômeno de auto seleção. Fuentes *et al* (2006) mostram a queda do crescimento da TPF reflete efeitos típicos da estabilização macroeconômica, de controle da inflação, e de menores impactos de reformas microeconômicas dado estabilização macro. Indicando robustez dos resultados encontrados neste trabalho para cálculo da PTF chilena no período.

A Figura 8 apresenta o crescimento da PTF do país líder da economia mundial, Estados Unidos, como norma para comparar a evolução deste fator para os países latinos da amostra. Além da metodologia usual de construção da PTF é relevante observar que esta desconta a contribuição de acumulação do capital humano em todos os países, mensurado a partir da elevação da escolaridade conforme indicado em Bils e Klenow (2000).

Figura 7: Evolução da PTF chilena

Fonte: Elaboração Própria

De acordo com a Figura 8 a PTF estimada para a economia norte-americana apresenta mudanças significativas em alguns períodos, com destaque para a tendência oscilante entre 1970 e 1982 e crescente entre 1983 e 2007, com ponto de inflexão entre 2008 e 2010. A vantagem da comparação do nível de produtividade com a economia dos EUA é permitir descontar efeitos típicos de políticas econômicas interna destes países e do cenário econômico global. A Tabela 5 mostra a taxa acumulada da produtividade norte-americana entre 1970 a 2010, que é de 12,88%, resultado mediano comparado com a ascensão de 27,36% do Chile e queda de (-0,84%) do Brasil.

Tabela 5: TPF acumulada

Período	Brasil	Chile	EUA
1970-1979	49,10%	2,46%	2,35%
1980-1989	-35,46%	-5,21%	10,54%
1990-1999	-16,47%	29,83%	10,50%
2000-2010	1,83%	-7,63%	-6,79%
1970-2010	-0,84%	27,36%	12,88%

Fonte: Elaboração Própria

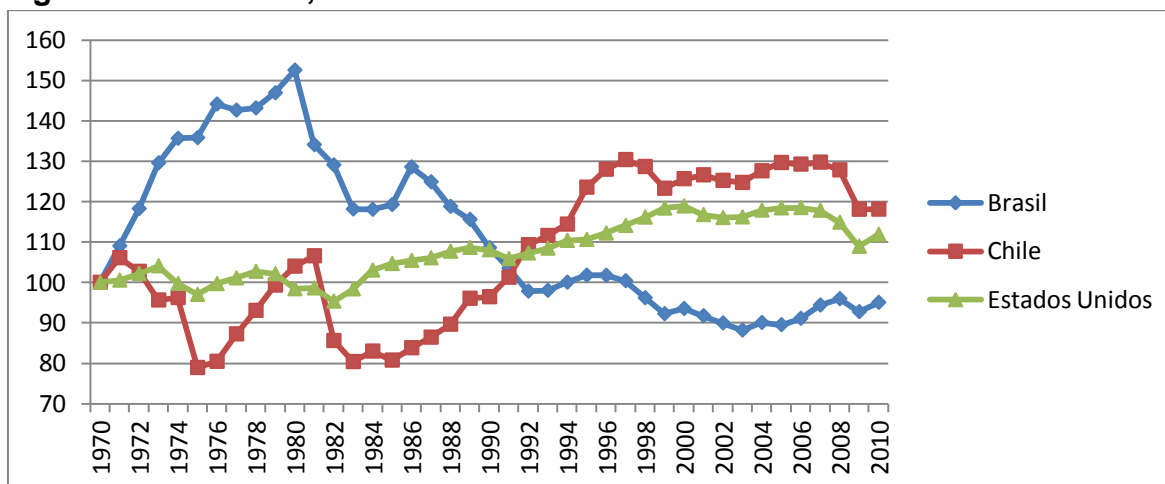
A Tabela 5 mostra a variação da PTF norte americana para momentos pós-crise do petróleo entre 1970 e 1979 é de apenas 2,35%, a diferença para mesmo período entre o encontrado no Brasil e Chile é de (-46,75%) e (-0,1%) respectivamente. Para década de 1980 a produtividade dos EUA é crescente da ordem de 10,54% enquanto o Brasil apresenta queda acentuada de (-35,46%) e (-5,21%) para o Chile. Entre 1990 e 1999 o resultado do crescimento do incremento tecnológico para os Estado Unidos é de 10,50%, valor novamente intermediário

entre o registrado para o Brasil e Chile. Enquanto entre 2000 e 2010 a evolução do fator técnico para os Estados Unidos seja decrescente, em torno de (-6,79%) resultado diferente do Brasil que tem crescimento menor que 2% enquanto o Chile registra queda de (-7,63%). De acordo com Ferreira, Pessôa e Veloso (2010) o principal fator de explicação para a estagnação na América Latina após anos 70 é o intenso declínio da PTF, adicionado de fatores de produção e contágio da região a choques externos.

Embora a produtividade brasileira apresente algum sinal de recuperação nos últimos anos, este resultado ainda é insuficiente para reverter o quadro de estagnação expressiva e se aproximar das taxas de produtividade média encontrada nos Estados Unidos. A crença de que a alta produtividade de capital dos países em desenvolvimento é capaz de conduzir estes ao desenvolvimento pode ser questionada a partir do desempenho da economia brasileira.

Conforme a Figura 8 para os três países da amostra o Chile é o único que apresenta comportamento robusto de crescimento da produtividade, sendo considerado um caso peculiar na América Latina. Mostrando que uma pequena economia aberta pode superar limitações e alcançar expressivos níveis de produtividade. O incremento de capital humano um dos fatores que tiveram forte influência no comportamento ascendente da produtividade chilena, além de mudanças estruturais, sofisticação produtiva e abertura de mercado.

Figura 8: PTF Brasil, Chile e Estados Unidos



Fonte: Elaboração Própria

6.2 DECOMPOSIÇÃO DO CRESCIMENTO

Este tópico apresenta a decomposição do crescimento para o Brasil e Chile além de descrição sobre comportamento das variáveis determinantes no

desempenho econômico de cada economia. A decomposição realizada é anterior a log-linearização da função de produção e por isso os resultados devem ser interpretados em separado uma vez que não são taxas de crescimento efetivamente log-linearizadas, resultados de acordo com a equação (52). A decomposição das taxas de crescimento para o Brasil conforme convencionalmente encontrado na literatura e baseadas na equação (53) são apresentadas na Tabela 6.

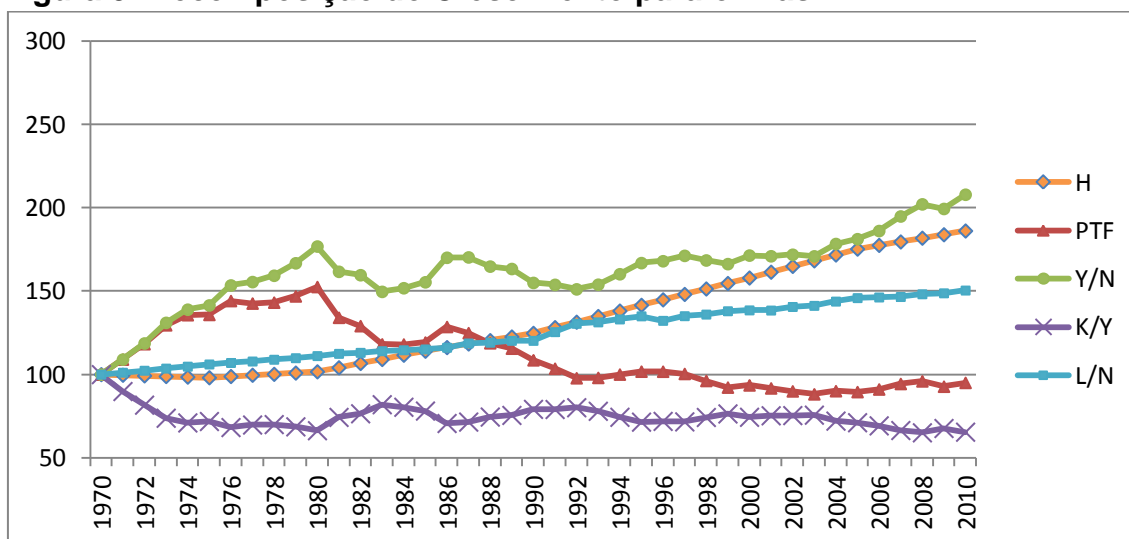
A Figura 9 mostra, para o Brasil, a trajetória das principais variáveis após decomposição do crescimento. É possível observar que o PIB *per capita*, $\frac{Y}{N}$, apresenta tendência crescente para a década de 1970, sofrendo uma mudança a partir de 1980. A taxa de crescimento ponderada entre 1970 a 1979 é de 70,03% embora apresente intensa queda na década seguinte. É possível verificar que hiperinflação dos anos 80 monopoliza a relação distributiva com forte impacto no PIB *per capita* do período. Entre 1990 e 1999 o aumento verificado é de apenas 12,08% e no acumulado com base em 1970 é de 72,37%. O efeito de estabilização de preços do plano Real a partir de 1994 é igualmente contemplado no comportamento desta variável para período. Entre 2000 e 2010 é observada variação de 38,76%, sendo a década com segundo maior crescimento do PIB *per capita* no período de estudo.

A série estimada de capital-produto, $\frac{K}{Y}$, apresenta queda de (-30,11%) para período de 1970 a 1979. A tendência de baixo crescimento entre 1980 e 1999 é da ordem de 11,85% enquanto no acumulado, com base em 1970, é de (-21,86). Entre 2000 e 2010 observa-se redução de (-9,01%), toda a série apresenta uma oscilação negativa em torno de 25% em relação ao ano base. Para a proporção de população empregada, $\frac{L}{N}$, o comportamento é de crescimento balanceado, sendo percebida acumulação de 51,03% entre 1970 a 2010. Embora o aumento na mão de obra com maior qualificação não seja suficiente para conter a elevações de rendas obtidas por alguns grupos de trabalhadores. Ou seja, apesar de oferta crescer em ritmo elevado conforme observado graficamente este aumento é incapaz de suprimir demanda por trabalhadores com maior nível educacional. Este resultado reflete o comportamento do mercado de trabalho brasileiro, que apresenta nível de formalização crescente.

A medida de capital humano, H, baseada em Bils e Klenow e construído como descrito em (49) exibe pouca oscilação entre 1970 a 1980. A partir de 1980 verifica-se uma propensão de crescimento da série, em 1989 o aumento acumulado é de 22,83%. Apenas nas décadas seguintes é exibida uma expansão mais robusta, com destaque para período entre 2000 e 2010 que é de 28,62%. Resultados compatíveis com a proposta de universalização da educação básica no Brasil. Um dos pressupostos deste trabalho é que a diferença educacional tem papel

relevante para explicar diferenças de produtividade do trabalho. Embora esta ampliação quantitativa seja insuficiente para compensar a queda no viés tecnológico e no desequilíbrio entre demanda crescente por trabalhadores qualificados e oferta de mão de obra com maior nível de capital humano. Esta distorção é evidenciada, na Figura 11 quando é comparado o nível de capital humano do Brasil e Chile, considerando comportamento do mercado de trabalho de ambas as economias.

Figura 9: Decomposição do Crescimento para o Brasil



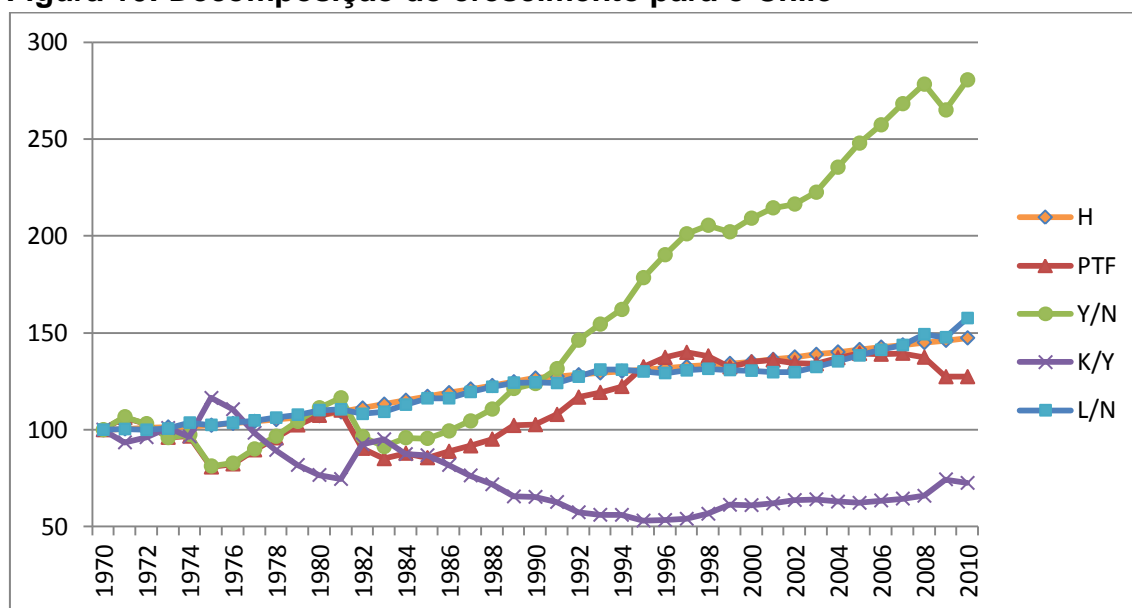
Fonte: Elaboração Própria

É apresentada na Figura 10 uma decomposição do crescimento da economia chilena para período entre 1970 e 2010. O comportamento do PIB *per capita*, $\frac{Y}{N}$, pode ser dividido em dois períodos que vão de 1970 a 1983 e 1984 a 2010. No primeiro ciclo esta variável sofre intensas oscilações com destaque para os biênios 1974-75 e 1981 e 1982. A taxa acumulada de variação entre 1970 e 1983 é de (-8,71%). Período pós-choque do petróleo que resulta em forte influência desta no nível de renda média. Adicionado as mudanças sofridas com o esgotamento do modelo de substituição de importações e fuga de capitais derivado dos choques externos. O segundo ciclo é marcado por crescimento vertiginoso da renda *per capita* com taxa acumulada de 184,68% entre 1984 e 2010. Indicando que ajuste estrutural sofrido por esta economia na década anterior resulta em crescimento do PIB *per capita* sem paralelo para região. Enquanto o valor acumulado da série para todo período do estudo é de 180,53%. Apesar de expressivas taxas de aumento do produto *per capita*, um dos entraves para a manutenção deste crescimento é a distribuição de renda, que assim como outras economias latinas apresenta altos níveis de concentração Magendzo e Villena (2012).

O fator capital-produto, $\frac{K}{Y}$, apresenta tendência decrescente para toda série, com fraca tentativa de recuperação entre 1997 e 2010. Com destaque para a queda sofrida entre 1975 e 1981 de (-41,85%) e 1983 e 1996 de (-41,66%). Para o índice de força de trabalho, $\frac{L}{N}$, é obtido variação acumulada de 57,59% a série expõe tendência de crescimento balanceado. É observado que as reformas trabalhistas dos anos 90 geraram maiores níveis de inclusão de trabalhadores no setor formal, embora este crescimento ainda seja insuficiente para alocar a mão de obra concentrada nos segmentos mais informais da economia chilena.

A medida de capital humano, H, apresenta comportamento semelhante ao da população empregada, com crescimento suave e acumulado de 47,37% para todo período. Sendo o crescimento econômico verificado das últimas décadas em grande parte devido a melhorias na produtividade. Elemento intimamente relacionado com a expansão quantitativa e qualitativa do capital humano.

Figura 10: Decomposição do crescimento para o Chile



Fonte: Elaboração Própria

A decomposição do crescimento conforme equação (53) apresenta o peso percentual de cada fator para a taxa de crescimento anual da economia brasileira. Esta tabela é elaborada tomando a média das taxas de variação de cada fator no período, em que a sua soma deve ser igual à taxa de crescimento do produto *per capita* conforme (53). Observa-se para década de 1970 que a contribuição da PTF na taxa de crescimento da renda *per capita* é bastante significativo, na ordem de 6,6% para uma taxa de elevação média da renda de 5,31% para década. Enquanto o fator capital humano corresponde a um crescimento

de apenas 0,09%. Resultado compatível com o encontrado em Gomes, Pessôa e Veloso (2003) apontando para um papel significativo da PTF no crescimento da renda no período. Na década de 1980 e 1990 há uma intensa queda anual média da PTF conforme observado por este trabalho que é -3,7% e -3,65% respectivamente, enquanto o fator capital humano tem crescimento médio de 2,35% influenciado pela universalização da educação básica no Brasil. Para Ellery Jr (2013) o declínio da taxa de crescimento da economia brasileira e estagnação acontece pela incapacidade desta de gerar ganhos de produtividade. A década de 2000 aponta para um papel relevante do fator capital humano na ordem de 1,7% para explicar o comportamento de equilíbrio balanceado da taxa média de 2,07% do crescimento do PIB *per capita*.

Tabela 6: Decomposição do Crescimento com Capital Humano para o Brasil

Período	Y/N	PTF	K/Y	L/N	H
1970-1979	5,31%	6,66%	-2,39%	0,95%	0,09%
1980-1989	-0,08%	-3,70%	0,74%	0,91%	1,96%
1990-1999	0,22%	-3,65%	0,11%	1,40%	2,35%
2000-2010	2,07%	0,50%	-0,91%	0,79%	1,70%
1970-2000	1,88%	-0,03%	-0,62%	1,01%	1,53%

Fonte: Elaboração Própria

6.3 CAPITAL HUMANO RELATIVO

Este tópico analisa a trajetória e evolução do capital humano para o Brasil e Chile. Possibilitando relacionar a influência deste fator no nível de progresso tecnológico e crescimento econômico, além de comparar os resultados com os encontrados para os Estados Unidos. É importante destacar que a decomposição do crescimento mostra que parte relevante do aumento da PTF se relaciona de forma complexa com a elevação de escolaridade. Não sendo possível afirmar enfaticamente que o aumento deste fator seja resultado apenas de patamares mais elevados de capital humano.

O capital humano é o principal fator no desenvolvimento para o avanço tecnológico em geral. A busca por entender a influência deste mecanismo do progresso tecnológico surge em estudos a partir da década de 1980, como destaque para o modelo endógeno de Lucas (1988). Um esforço concentrado para explicar quais forças são capazes de gerar crescimento econômico, com a obtenção de capital humano no centro desta discussão.

A Figura 11 apresenta a série da capital humano construída a partir da equação (49), baseado em Bils e Klenow (2000), e que permite comparar em separado o ponto inicial e desenvolvimento deste fator para os países da amostra. O Brasil inicia a série com o valor mais baixo deste fator se comparado ao Chile e Estados Unidos. Resultado de uma diferença na escolaridade média estimada, sendo 1,41 anos a média de anos estudo no para indivíduos com 25 anos ou mais em 1970, utilizando a base de dados de Barro e Lee (2012).

A Figura 12 mostra variação de apenas 0,94% entre 1970 e 1979, onde a série para o Brasil apresenta estagnação e baixo crescimento para a década. É percebido para o período entre 1980 a 2010 um crescimento consistente, resultado de reformas institucionais como a universalização da educação básica e influência de políticas econômicas com objetivo de expandir a capilaridade e qualidade da educação pública. Os últimos anos da série apontam para convergência gradual da medida de capital humano observada para o Brasil, Chile e Estados Unidos caso a taxa de crescimento deste fator seja mantida para o Brasil. Conforme é observado na Figura 12 o Brasil foi o país que teve maior crescimento percentual da medida de capital humano durante o período do estudo, influenciado pelo crescimento da escolaridade média de 1,41 para 7,18 entre 1970 a 2010. Embora o crescimento deste fator seja consistente a partir de 1980 para o Brasil, este ainda apresenta uma média de escolaridade e capital humano menor que o apresentado para América Latina. Além de desconsiderar o fator qualitativo envolvido, que em modelos mais complexos pondera o crescimento da escolaridade, efeito puramente quantitativo.

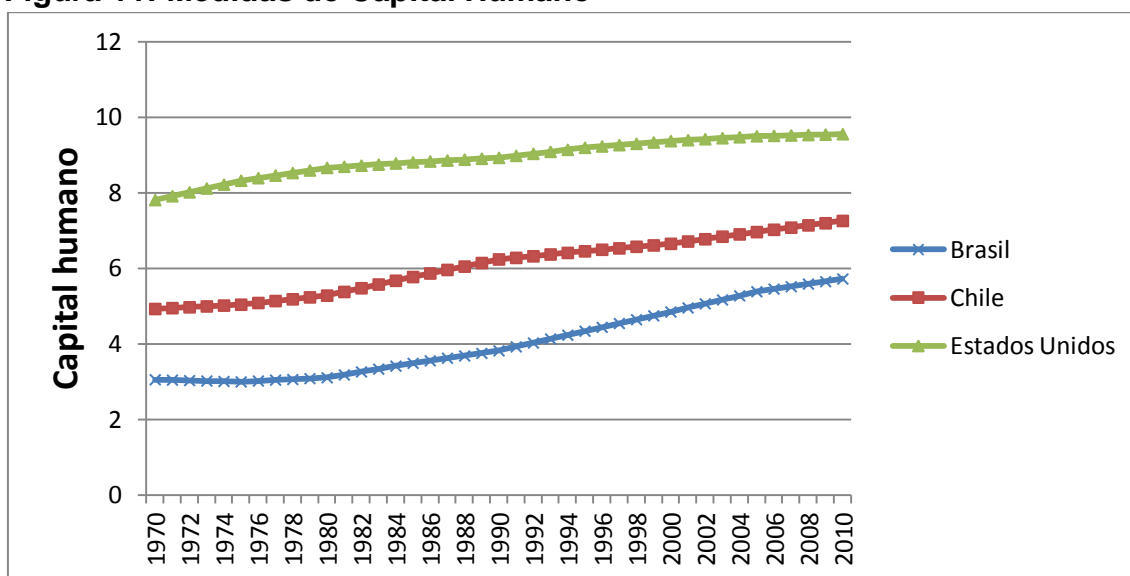
A série para capital humano do Chile, Figura 11, indica um comportamento de crescimento balanceado principalmente a partir da década de 1980. Este parte de escolaridade média de 4,69 anos de estudo para população com 25 anos em 1970 para 9,74 em 2010. Resultados que impactam diretamente na estimação da série e que apresenta, na Figura 12, crescimento estimado de 47,37% para todo o período analisado. O Chile parece ter conseguido colher benefícios enormes da melhora do nível de capital humano, conforme demonstrado na decomposição do crescimento, Figura 10, com destaque para aumento da renda *per capita* de 180,53% para todo período.

Apesar da taxa de variação do capital humano chilena ser menor que encontrada no Brasil, este parte de patamar mais elevado. E se beneficia durante os anos 80 e 90 da modernização tecnológica ocorrida na economia, graças a intenso processo de liberalização econômica. Mesmo não sendo possível afirmar com precisão a influência da variação do capital humano no crescimento é amplamente aceito na literatura que este fator teve participação importante na inserção desta economia no "circulo virtuoso" verificado a partir de 1985 Gonzáles e Urruti (2010).

A economia norte-americana utilizada como norma na comparação das economias latinas apresenta na Figura 12 crescimento acumulado de apenas 22,36% para capital humano. Resultado que indica uma convergência e

estabilização deste fator, encontrado em países com níveis mais elevados de escolaridade média. Para efeito de comparação o nível inicial de capital humano em 1970, utilizando a equação (49), é de 3,05 para o Brasil, 4,92 para o Chile e 7,81 para os Estados Unidos. Indicando uma diferença relevante nos patamares iniciais deste fator para os países da amostra.

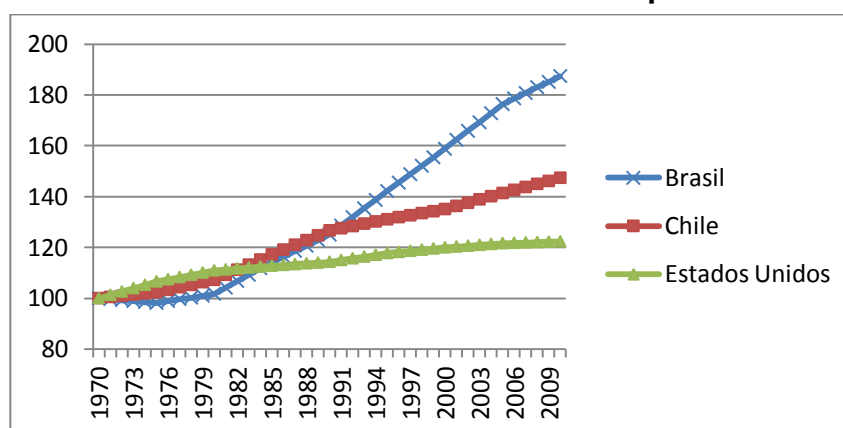
Figura 11: Medidas de Capital Humano



Fonte: Elaboração Própria

Conforme especificado a educação desempenha um papel chave no crescimento econômico. A comparação da variação de medida do capital humano para os países da amostra permite entender os patamares iniciais e sua evolução. Assim como a contribuição deste fator para o desenvolvimento tecnológico e relação com a produtividade encontrada em cada economia.

Figura 12: Crescimento relativo da medida de capital humano



Fonte: Elaboração Própria

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo apresentar revisão de literatura sobre capital humano além de realizar a decomposição do crescimento e calcular a Produtividade Total de Fatores (PTF). Com foco na economia brasileira, em comparação ao Chile e Estados Unidos para período entre 1970 a 2010. É dada ênfase ao papel do capital humano para explicar as possíveis diferenças de produtividade e crescimento econômico observado para estes países.

Os resultados, baseados no modelo neoclássico, mostram que a PTF é um dos principais fatores para explicar a evolução da renda no longo prazo, se relacionando de forma complexa com acumulação de capital humano. É encontrado para o Brasil crescimento vertiginoso entre 1970 e 1974 de 37,7% e tendência de crescimento oscilante de 11,57% entre 1975 e 1979. A comparação deste comportamento com o apresentado pelo Chile e Estados Unidos permite concluir que o crescimento da PTF observado no Brasil nesta década não é verificada em outros países da amostra. Evidência que permite considerar que a intensa variação apresentada pelo fator tecnológico é resultado de características específicas da economia brasileira para o período.

A partir dos anos 80 e 90 o Brasil sofre intensa queda de produtividade com variações na ordem de (-35,46%) entre 1980 a 1989. Uma contribuição deste trabalho foi explicar o resultado decrescente do produto *per capita* para década através de quedas da produtividade. Outro resultado de destaque é que apesar do decrescimento da PTF ser observada no Chile e Estados Unidos para década de 80 o Brasil é a única economia que não apresenta recuperação deste fator após 1990. E apesar de ser observado crescimento do capital humano para o Brasil no período 1980 a 2010, este ainda se encontra em níveis médios menores que o verificado para o Chile em 1984 e para os Estados Unidos em 1970. Não sendo possível atribuir de forma precisa os canais que o capital humano usa para potencializar o crescimento. Foi demonstrado através de análise empírica e revisão de literatura que este é um elemento chave para evolução do progresso tecnológico, ingrediente principal na determinação do crescimento de longo prazo.

8. REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R.; LOPEZ, R. A. **Exportando e Performance : Evidências de Plantas chilenos**. Canadian Journal of Economics. 38 (4): 1384-1400, 2005.

BARBOSA FILHO, Fernando de Holanda; PESSÔA, Samuel; VELOSO, Fernando A. **Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira com ênfase no capital humano 1992-2007**. Revista Brasileira de Economia, v. 64, n. 2, p. 91-113, 2010(a).

_____, Fernando de Holanda; PESSÔA, Samuel; VELOSO, Fernando A. **Evolução do Capital Humano no Brasil e nos EUA 1992-2007**. Mimeo, 2009.

_____; PESSÔA, Samuel; VELOSO, Fernando A.. **Educação e crescimento: O que a evidência empírica e teórica mostra?**. Revista Economia, 2010(b).

BARRO, Robert J. **Economic growth in a cross section of countries**. The quarterly journal of economics, v. 106, n. 2, p. 407-443, 1991.

_____. **Education and Economic Growth**. CEMA Working Papers 571, China Economics and Management Academy, Central University of Finance and Economics, 2013.

_____. **Education and Economic Growth**. Department of Economics, Harvard University, Working Paper, 2000.

_____. **Inequality and Growth in a Panel of Countries**. Journal of Economic Growth, Springer, vol. 5(1), p. 5-32, 2000.

_____; LEE, Jong-Wha. **A new data set of educational attainment in the world, 1950–2010**. Journal of Development Economics, 2012.

_____; LEE, Jong-Wha. **International comparisons of educational attainment**. Journal of monetary economics, v. 32, n. 3, p. 363-394, 1993.

_____; LEE, Jong-Wha. **Schooling Quality in a Cross Section of Countries**. NBER Working Papers 6198, National Bureau of Economic Research, Inc., 1997.

BECKER, Gary S. **Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education**. Chicago: University of Chicago, 1964.

_____. **Nobel lecture: The economic way of looking at behavior.** Journal of political economy, p. 385-409, 1993.

BENHABIB, Jess; SPIEGEL, Mark M. **The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data.** Journal of Monetary economics, v. 34, n. 2, p. 143-173, 1994.

BERTUSSI, Geovana L. **Produtividade total dos fatores e crescimento econômico: O impacto do capital humano na América Latina e no Leste Asiático.** 71 páginas. Monografia, Departamento de Economia, UnB, 2005.

BILS, Mark; KLENOW, Peter J. **Does schooling cause growth?** American economic review, p. 1160-1183, 2000.

BITRÁN, Eduardo; GONZÁLEZ, Cristián. **Documento de referencia: Productividad Total de Factores, Crecimiento e Innovación.** Santiago: Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, 2010.

BLAUG, Mark. **Introdução à economia da educação.** Porto Alegre: Globo, 1975 [1971].

_____. **La pensée économique: Origine et développement.** Trad. Alain e Christiane Alcouffe. Paris: Economica, 1986.

BUENO, Newton Paulo. **O modelo de Solow-Swan na linguagem de dinâmica de sistemas: uma aplicação para o Brasil.** Nova economia. vol. 20, n.2, 2010.

BUGARIN, Mirta; ELLERY JR, Roberto; GOMES, Victor; TEIXEIRA, Arilton. **The Brazilian Depression in the 1980s and 1990s.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada- DF. Brasília, Mimeograph, 2002.

CANGUSSU, Ricardo Corrêa; SALVATO, Márcio Antônio; NAKABASHI, Luciano. **Uma análise do capital humano sobre o nível de renda dos estados brasileiros: MRW versus Mincer.** Estudos Econômicos (São Paulo), v. 40, n. 1, p. 153-183, 2010.

CARD, David. **The causal effect of education on earnings.** Handbook of labor economics, v. 3, p. 1801-1863, 1999.

DOMAR, Evsey D. **Capital expansion, rate of growth, and employment.** Econometrica, Journal of the Econometric Society, p. 137-147, 1946.

ELLERY JR, R. **Produtividade Total dos Fatores e Acumulação de Capital no Brasil.** Revista Economia & Tecnologia, v. 9, n. 1, 2013.

_____, GOMES, V.; SACHSIDA, A. **Business cycle fluctuations in Brazil**. Revista Brasileira de Economia, v. 56, n. 2, p. 269-308, 2002.

FERREIRA, P. C., ROSSI, J. L. **New evidence on trade liberalization and productivity growth**. International Economic Review, v. 44, p. 1.383-1.407, 2003.

_____; ELLERY JR, Roberto; GOMES, Victor. **Produtividade agregada brasileira (1970-2000): declínio robusto e fraca recuperação**. Estudos Econômicos (São Paulo), v. 38, n. 1, p. 31-53, 2008.

_____; ISSLER, J. V.; PESSÔA, S. A. **Testing production functions used in empirical growth studies**. Economics Letters, v. 88, issue 1, p. 29-35, 2004.

_____; PESSÔA, S. A.; VELOSO, F. A. **The Evolution of TFP in Latin America: High Productivity when Distortions Were High?**. Economics Working Paper, v. 699, 2010.

FILHO, T. N. T. Silva. **Estimando o produto potencial brasileiro: uma abordagem de função de produção**. Banco Central do Brasil, Trabalhos para Discussão, nº 17, 2001.

FONSECA, Eduardo G. **O Capital Humano na Filosofia Social de Marshall**. Revista de economia política, v. 12, n. 2, p. 46, 1992.

FREITAS, Urandi R. P.; FREITAS, Lúcio F. da S. **Estimativa dos determinantes do rendimento na Região Metropolitana de Salvador: uma avaliação à luz da teoria do capital humano**. Revista Desenharia, Bahia, n. 8, p. 95-109, 2008.

FUENTES, JR et al. **Medir e explicar Fator Total Produtividade no Chile**. Journal of Economics, Vol. 43, pp 113-142, 2006.

GOMES, V.; LISBOA, M. de B.; PESSÔA, S. de A. **Estudo da evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: 1950-2000**. Mimeo, 2002.

GOMES, Victor; BUGARIN, Mirta; ELLERY JR, Roberto. **Long-run implications of the Brazilian capital stock and income estimates**. Brazilian Review of Econometrics, v. 25, n. 1, 2005.

_____; PESSÔA, Samuel; VELOSO, Fernando. **Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: uma análise comparativa**. Pesquisa e Planejamento Econômico, v. 33, n. 3, p. 389-434, 2003.

GONZÁLEZ, Eduardo Bitran C.; URRUTI, Cristian M. **Produtividad Total de Factores, crecimiento e innovación**. Documentos de Trabajo, CNIC, 2010.

GREGORIO, Jose de ; LEE, Jong-Wha. **Economic Growth in Latin America: Sources and Prospects**. Centro de Economía Aplicada, Universidad de Chile, 1999.

HANUSHEK, Eric A.; KIMKO, Dennis D. **Schooling, labor-force quality, and the growth of nations**. American economic review, p. 1184-1208, 2000.

_____.; WOESSMANN, Ludger. **Do Better Schools Lead to More Growth? Cognitive Skills, Economic Outcomes, and Causation**. NBER Working Paper 14633. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2009.

HARROD, Roy F. **An essay in dynamic theory**. The Economic Journal, v. 49, n. 193, p. 14-33, 1939.

HESTON, Alan; SUMMERS, Robert; ATEN, Bettina. **Penn World Table versão 7.1**. Centro de Comparações Internacionais de Produção, Renda e Preços da Universidade da Pensilvânia, julho de 2012.

HIRSCHMAN, Albert O. **Estratégia do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

HULTEN, Charles R. **Total factor productivity. A short biography**. In: **New developments in productivity analysis**. University of Chicago Press, p. 1-54, 2001.

ISACSSON, Gunnar. **Estimates of the return to schooling in Sweden from a large sample of twins**. Labour Economics, v. 6, n. 4, p. 471-489, 1999.

JONES, Charles I. **R & D-based models of economic growth**. Journal of political Economy, p. 759-784, 1995.

JONES, Hywel G. **Modernas teorias do crescimento econômico**. São Paulo: Atlas, 1979.

KATZ, Lawrence F.; MURPHY, Kevin M. **Changes in relative wages, 1963–1987: supply and demand factors**. The quarterly journal of economics, v. 107, n. 1, p. 35-78, 1992.

KLENOW, Peter; RODRIGUEZ-CLARE, Andres. **The neoclassical revival in growth economics: Has it gone too far?** In: NBER Macroeconomics Annual 1997, Volume 12. MIT Press, p. 73-114, 1997.

KYRIACOU, George A. **Level and growth effects of human capital: a cross-country study of the convergence hypothesis**. CV Starr Center for Applied Economics, 1991.

LAU, L. J. et al. **Education and economic growth: Some cross-sectional evidence from Brazil**. Journal of Development Economics, v. 41, p. 45–70, 1993.

LUCAS JR, Robert E. **On the mechanics of economic development**. Journal of monetary economics, v. 22, n. 1, p. 3-42, 1988.

MAGENDZO, Igal; VILLENA, Marcelo. **Evolución de la Productividad total de factores en Chile**. Universidad Adolfo Ibáñez, Informe Técnico, Corfo v. 3, 2012.

MANKIW, N. Gregory; ROMER, David; WEIL, David N. **A contribution to the empirics of economic growth**. The quarterly journal of economics, v. 107, n. 2, p. 407-437, 1992.

MARSHALL, A. **Principles of Economics**. Londres 1979 [1920].

MARTIN, M. A. G.; HERRANS, A. A. **Human capital and economic growth in spanish regions**. IAER, v. 10, n. 4, p. 257-64, 2004.

MINCER, Jacob. **Distribution of labor incomes: A survey with special reference to the human capital approach**. Journal of Economic Literature, v. 8, n. 1, p. 1-26, 1970.

_____. **Human capital and economic growth**. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1981.

_____. **Investment in human capital and personal income distribution**. The Journal of Political Economy, v. 66, n. 4, p. 281-302, 1958.

_____. **Schooling and earnings**. In: **Schooling, experience, and earnings**. Columbia University Press, p. 41-63, 1974.

MORANDI, L., REIS, E. J. **Estimativa do estoque de capital fixo-Brasil, 1950-2000**. Rio de Janeiro: IPEA, nov., mimeo, 2003.

NAKABASHI, L; SALVATO, M. A. **Human capital quality in the Brazilian states**. Revista Economia, v. 8, n.2, p. 211–229, 2007.

NELSON, Richard R.; PHELPS, Edmund S. **Investment in humans, technological diffusion, and economic growth**. The American Economic Review, v. 56, n. 1/2, p. 69-75, 1966.

NERDRUM, Lars; ERIKSON, Truls. **Intellectual capital: a human capital perspective**. Journal of intellectual capital, v. 2, n. 2, p. 127-135, 2001.

PAZ, Pedro; RODRIGUES, Octávio. **Modelos de crescimento econômico**. Rio de Janeiro : Fórum,1972.

PEREIRA, Vanessa da F. et al. **Avaliação dos retornos à escolaridade para trabalhadores do sexo masculino no Brasil**. Rev. econ. contemp., vol.17, n.1, pp. 153-176, 2013.

REBELO, Sergio. **The role of knowledge and capital in economic growth**. UNU World Institute for Development Economics Research, 1998.

REISMAN, David A. **The Economics of Alfred Marshall**. London: Macmillan, 1986.

RODRIGUES, Ana Sofia D. **Ensaio sobre a literatura de análise dos efeitos da educação no crescimento econômico**. Gestão e Desenvolvimento, n. 12 199-218. 2004.

ROMER, Paul M. **Endogenous technological change**. Journal of political Economy, p. S71-S102, 1990.

RONDINEL, Ricardo; SONAGLIO, Claudia; PEDROSO, Ledi. **Economia chilena: exemplo a ser seguido?**. Economia e Desenvolvimento, n. 17, 2005.

ROSEN, S. **A Theory of Life Earnings**. Journal of Political Economy, 84, S45-S67,1976.

ROUSE, Cecilia E. Further. **Further Estimates of the Economic Return to Schooling firm a new Sample of Twins**. Industrial relations Section, Princeton University, 1997.

SAVVIDES, Andreas; STENGOS, Thanasis. **Human capital and economic growth**. Stanford University Press, 2009.

SCHULTZ, Theodore W. **Investment in human capital**. The American Economic Review, v. LI, n. 1, p. 1-17,1961.

_____. **O capital humano: investimentos em educação e pesquisa**. Zahar Editores, 1973.

SMITH, Adam. A riqueza das Nações. Livro 2: Natureza, emprego e acumulação de capital. Nova Cultural, 1º ed. 1996 [1776].

SOLOW, Robert M. **A contribution to the theory of economic growth**. The quarterly journal of economics, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956.

_____. **Growth Theory, an exposition.** Oxford University Press, 1987.

SOUZA, M. R. P. de. **Análise da variável escolaridade como fator determinante do crescimento econômico.** Revista FAE, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 47-56, set./dez,1999.

SOUZA, Nali de J. **Desenvolvimento econômico.** 5a ed. São Paulo: Atlas, 2005.

ANEXO A

Este anexo apresenta as principais tabelas com os dados utilizados na decomposição do crescimento. As taxas são: $\frac{Y_{it}}{N_{it}}$ é o PIB *per capita*, $\frac{1}{1-\alpha} \ln PTF_t$ é a produtividade através da PTF, $\frac{K_{it}}{Y_{it}}$ é a relação capital-produto e $\frac{L_{it}}{N_{it}}$ o nível de força de trabalho empregada.

Brasil

Ano	$\ln\left(\frac{Y_t}{N_t}\right)$	$\frac{1}{1-\alpha} \ln PTF_t$	$\frac{\alpha}{1-\alpha} \ln\left(\frac{K_t}{Y_t}\right)$	$\ln\left(\frac{L_t}{N_t}\right)$	$\ln(H_t)$
1970	8,254435	4,22937481	3,9678427	-1,058541	1,115759
1971	8,344509	4,3796023	3,9001725	-1,047236	1,111971
1972	8,433115	4,52078918	3,839568	-1,035408	1,108165
1973	8,537329	4,68040351	3,7755133	-1,022929	1,104341
1974	8,597604	4,75850408	3,7501709	-1,011569	1,100498
1975	8,615975	4,76045953	3,7580103	-0,999132	1,096637
1976	8,700699	4,86254501	3,7244424	-0,99063	1,104341
1977	8,713911	4,84509589	3,7392947	-0,982451	1,111971
1978	8,738283	4,85144846	3,7418556	-0,972667	1,117646
1979	8,785243	4,89511533	3,7289957	-0,96402	1,125152
1980	8,8455	4,95881586	3,7066224	-0,952528	1,13259
1981	8,759735	4,75717038	3,7867422	-0,940485	1,156308
1982	8,747149	4,69497013	3,806165	-0,935107	1,181121
1983	8,684592	4,55393054	3,8536386	-0,926511	1,203534
1984	8,699123	4,55262821	3,840964	-0,921513	1,227044
1985	8,722606	4,56941151	3,8221029	-0,917239	1,248331
1986	8,817287	4,69961865	3,7584507	-0,908327	1,267544
1987	8,818459	4,651896	3,7664825	-0,886284	1,286364
1988	8,786189	4,57074925	3,794516	-0,882364	1,303288
1989	8,77741	4,52549931	3,8034205	-0,87292	1,32141
1990	8,726262	4,42474927	3,8354673	-0,873151	1,339196
1991	8,71879	4,34688143	3,8347684	-0,829567	1,366708
1992	8,7013	4,25516656	3,8438581	-0,789808	1,392084
1993	8,719633	4,25870781	3,8259292	-0,783198	1,418194
1994	8,760456	4,29277461	3,7951701	-0,769821	1,442333
1995	8,802232	4,32182183	3,7690396	-0,75585	1,467221
1996	8,808944	4,32128557	3,7732854	-0,775901	1,490274
1997	8,828167	4,29924568	3,7707147	-0,754637	1,512844

1998	8,812019	4,22941727	3,7952073	-0,747564	1,534958
1999	8,798945	4,16078139	3,8143729	-0,732851	1,556641
2000	8,829716	4,18427892	3,7966488	-0,729127	1,577915
2001	8,827341	4,15230557	3,804887	-0,729801	1,599949
2002	8,832697	4,11978011	3,8057053	-0,71436	1,621572
2003	8,827102	4,08709423	3,8079556	-0,709644	1,641696
2004	8,870425	4,12267031	3,7765983	-0,691418	1,662574
2005	8,886554	4,11264432	3,767815	-0,677002	1,683097
2006	8,913591	4,14188356	3,7502113	-0,674386	1,695883
2007	8,960495	4,20219083	3,723256	-0,672438	1,707487
2008	8,99784	4,22969337	3,7093883	-0,661265	1,720023
2009	8,984163	4,17412458	3,7360481	-0,657414	1,731405
2010	9,026982	4,21539491	3,7140919	-0,646209	1,743705

Chile

Ano	$Ln\left(\frac{Y_t}{N_t}\right)$	$\frac{1}{1-\alpha} \ln PTF_t$	$\frac{\alpha}{1-\alpha} Ln\left(\frac{K_t}{Y_t}\right)$	$Ln\left(\frac{L_t}{N_t}\right)$	$Ln(H_t)$
1970	8,404089	4,09463772	3,9198697	-1,20461	1,594191
1971	8,468701	4,1962237	3,8748072	-1,20113	1,5988
1972	8,434634	4,14303939	3,8933848	-1,20518	1,60339
1973	8,362476	4,02810281	3,9256337	-1,19922	1,607962
1974	8,378458	4,03852824	3,8961722	-1,16876	1,612516
1975	8,196667	3,73865115	4,0211085	-1,18015	1,617053
1976	8,214431	3,77085949	3,9867638	-1,16927	1,626074
1977	8,299345	3,91165521	3,9090889	-1,15754	1,63614
1978	8,369589	4,02276748	3,8461672	-1,14436	1,645017
1979	8,445939	4,13508236	3,7858646	-1,12993	1,654924
1980	8,511247	4,21359191	3,7423687	-1,10838	1,663663
1981	8,556278	4,25475568	3,7240649	-1,10457	1,682025
1982	8,36814	3,92657804	3,867529	-1,12608	1,700115
1983	8,31293	3,82523825	3,8859848	-1,11624	1,717943
1984	8,361701	3,87917233	3,8300873	-1,08308	1,735518
1985	8,358305	3,83432918	3,8254516	-1,05433	1,752852
1986	8,397643	3,89729037	3,7856809	-1,05428	1,768952
1987	8,448068	3,94948705	3,7403748	-1,02665	1,784852
1988	8,505196	4,01126465	3,6989684	-1,00462	1,799583
1989	8,596944	4,13063849	3,6383727	-0,98718	1,815115
1990	8,617708	4,137329	3,635967	-0,98605	1,830465
1991	8,677904	4,22085716	3,6085438	-0,98862	1,837125
1992	8,783745	4,35326977	3,5494846	-0,96276	1,843752

1993	8,838937	4,38798893	3,5341877	-0,93453	1,851286
1994	8,886749	4,43013417	3,5337927	-0,93502	1,857843
1995	8,983244	4,56323244	3,4975653	-0,94192	1,864369
1996	9,047387	4,62328886	3,501401	-0,94817	1,870863
1997	9,102548	4,65433044	3,5092557	-0,93744	1,876404
1998	9,1243	4,6323232	3,5404259	-0,93129	1,882841
1999	9,107693	4,56268034	3,5927956	-0,93612	1,888335
2000	9,141886	4,59464218	3,5910654	-0,93854	1,894716
2001	9,167155	4,60727613	3,6009118	-0,94481	1,90378
2002	9,176183	4,58926395	3,6189802	-0,94485	1,912786
2003	9,204072	4,58251699	3,6231059	-0,92418	1,922625
2004	9,260485	4,62094013	3,6104733	-0,90244	1,931509
2005	9,311848	4,64770884	3,6038956	-0,88009	1,940338
2006	9,349244	4,64274231	3,6169069	-0,85952	1,949111
2007	9,39073	4,64891679	3,6268756	-0,84202	1,95696
2008	9,427599	4,62431431	3,6417453	-0,80409	1,965632
2009	9,378622	4,49734244	3,7225423	-0,81465	1,973391
2010	9,435607	4,49766468	3,7057462	-0,74977	1,981963

Estados Unidos

Ano	$\ln\left(\frac{Y_t}{N_t}\right)$	$\frac{1}{1-\alpha} \ln PTF_t$	$\frac{\alpha}{1-\alpha} \ln\left(\frac{K_t}{Y_t}\right)$	$\ln\left(\frac{L_t}{N_t}\right)$	$\ln(H_t)$
1970	9,925063	5,06721248	3,72351644	-0,92095544	2,0552894
1971	9,945374	5,07625352	3,71087107	-0,90998892	2,0682382
1972	9,987309	5,10361092	3,68837213	-0,88574985	2,0810761
1973	10,03291	5,13453723	3,6687349	-0,86416526	2,0938055
1974	10,01603	5,06452425	3,69465455	-0,84957575	2,1064289
1975	10,00382	5,01913733	3,71237949	-0,84664676	2,1189487
1976	10,04962	5,06528137	3,68344063	-0,82613246	2,1270321
1977	10,08636	5,08881344	3,66640168	-0,80393179	2,1350733
1978	10,12909	5,11585701	3,64958642	-0,77942621	2,1430729
1979	10,14622	5,1059634	3,65392552	-0,76470457	2,1510315
1980	10,12605	5,04530011	3,68247899	-0,76068066	2,1589496
1981	10,14077	5,04872368	3,68230208	-0,75254253	2,1622875
1982	10,11514	4,9935492	3,71153578	-0,75556278	2,1656183
1983	10,15422	5,04657709	3,6900052	-0,75130916	2,1689421
1984	10,21836	5,125393	3,65507434	-0,73437079	2,1722589
1985	10,2502	5,15162757	3,65238497	-0,72938315	2,1755686
1986	10,27446	5,16409497	3,65293295	-0,72083613	2,1782715

1987	10,29604	5,17409986	3,65392034	-0,71295237	2,1809697
1988	10,32564	5,19984665	3,64908167	-0,70694724	2,1836633
1989	10,35044	5,21448495	3,64643315	-0,69682658	2,1863523
1990	10,35622	5,20531057	3,65613721	-0,694267	2,1890368
1991	10,33818	5,17171391	3,67770802	-0,70622568	2,194986
1992	10,35928	5,19361171	3,66831706	-0,70355911	2,2009131
1993	10,37707	5,21206916	3,66390018	-0,70571907	2,2068182
1994	10,40824	5,24149802	3,6535076	-0,69946978	2,2127016
1995	10,42221	5,24522853	3,65911986	-0,70069869	2,2185634
1996	10,44974	5,26905994	3,65584816	-0,69752687	2,2223622
1997	10,48483	5,29713429	3,649847	-0,6883041	2,226152
1998	10,51882	5,32718197	3,64901862	-0,68730878	2,2299329
1999	10,55662	5,35913985	3,648512	-0,68473717	2,233705
2000	10,58768	5,36648745	3,65496867	-0,6712422	2,2374683
2001	10,58448	5,33653221	3,685524	-0,6777914	2,2402129
2002	10,59085	5,32619114	3,70331448	-0,68161048	2,2429529
2003	10,60732	5,32847793	3,71209846	-0,67894446	2,2456882
2004	10,63443	5,35266425	3,71314405	-0,67979932	2,248419
2005	10,65684	5,36037768	3,71989048	-0,67456844	2,2511451
2006	10,67395	5,36137376	3,73006694	-0,66977851	2,2522917
2007	10,68091	5,35230173	3,74583245	-0,67065856	2,2534374
2008	10,66269	5,31025147	3,77502559	-0,67716921	2,2545823
2009	10,60662	5,22373113	3,82347988	-0,69631299	2,2557264
2010	10,63046	5,26918016	3,80605041	-0,70164202	2,2568697

Índices da PTF

Índices baseados na equação (51), anterior à decomposição do crescimento.

Ano	Índice da PTF Brasil	Índice da PTF Chile	Índice da PTF EUA
1970	100	100	100
1971	109,4323644	106,2847459	100,5439368
1972	119,1065905	102,9466808	102,2079282
1973	131,0773234	96,08653983	104,122182
1974	137,365842	96,68946946	99,83883668
1975	137,5271045	80,76778976	97,15669627
1976	146,2141469	82,34380707	99,88420097
1977	144,6913477	89,60227235	101,3044929
1978	145,2438967	95,7794394	102,9616827
1979	149,0995944	102,4563619	102,3522957
1980	154,9085301	107,3981225	98,69386314

1981	137,2559632	110,0836975	98,89680248
1982	132,2279569	90,4081466	95,67645302
1983	121,4987072	85,07476903	98,76951018
1984	121,4038053	87,87285607	103,5524763
1985	122,6325161	85,54008244	105,1953649
1986	132,5972699	88,8333175	105,9852235
1987	128,8543763	91,65942292	106,623359
1988	122,7309857	95,12067489	108,283273
1989	119,443671	102,1835442	109,2385113
1990	112,4372018	102,5945649	108,6388457
1991	107,304883	107,8673088	106,4708298
1992	101,559541	116,7867265	107,878946
1993	101,7755591	119,2450848	109,0802876
1994	103,8772657	122,2989014	111,023458
1995	105,7035418	132,4661338	111,2722406
1996	105,6695363	137,3264408	112,8747353
1997	104,2813684	139,9081056	114,7921698
1998	100,0025475	138,0728545	116,8804811
1999	95,96793593	132,4222601	119,143257
2000	97,33052441	134,9862423	119,6696667
2001	95,48113061	136,0133761	117,53804
2002	93,63585406	134,5513518	116,8110164
2003	91,81740134	134,0077657	116,9713998
2004	93,79837067	137,1330514	118,681241
2005	93,23581171	139,3533595	119,2317775
2006	94,88593052	138,9387161	119,3030573
2007	98,3821906	139,4543954	118,6554287
2008	100,0191154	137,4109599	115,6991842
2009	96,73933059	127,331385	109,8462189
2010	99,16471402	127,3560065	112,8828775